

EXPRESS MAIL NO. EL 669 267 614 US

DATE OF DEPOSIT

8/21/01

TWitcher  
181201 #2

31002 U.S. PTO  
09/934293  
08/22/01

Our File No. 9281-4158  
Client Reference No. N US00081

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Application of: )  
Naoya Hasegawa )  
Serial No. To Be Assigned )  
Filing Date: Herewith )  
For: Spin Valve Thin Film Magnetic Element )  
and Method of Manufacturing the Same )

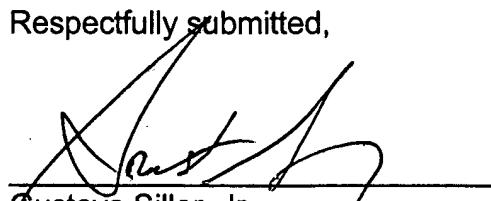
**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIORITY DOCUMENT**

Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

Dear Sir:

Transmitted herewith is a certified copy of priority document Japanese Patent Application No. 2000-261945, filed August 30, 2000 for the above-named U.S. application.

Respectfully submitted,

  
Gustavo Siller, Jr.  
Registration No. 32,305  
Attorney for Applicant

BRINKS HOFER GILSON & LIONE  
P.O. BOX 10395  
CHICAGO, ILLINOIS 60610  
(312) 321-4200

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

J1002 U.S. PTO  
09/934293  
08/21/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日  
Date of Application:

2000年 8月30日

出願番号  
Application Number:

特願2000-261945

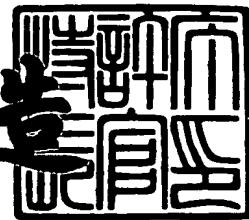
出願人  
Applicant(s):

アルプス電気株式会社

2001年 6月 4日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3051981

【書類名】 特許願  
【整理番号】 J81506A1  
【提出日】 平成12年 8月30日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 G11B 5/39  
【発明の名称】 スピンバルブ型薄膜磁気素子及び薄膜磁気ヘッド及び浮上式磁気ヘッド並びにスピンバルブ型薄膜磁気素子の製造方法  
【請求項の数】 29  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会社内  
【氏名】 長谷川 直也  
【特許出願人】  
【識別番号】 000010098  
【氏名又は名称】 アルプス電気株式会社  
【代理人】  
【識別番号】 100064908  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 志賀 正武  
【選任した代理人】  
【識別番号】 100108578  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 高橋 詔男  
【選任した代理人】  
【識別番号】 100089037  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 渡邊 隆

【選任した代理人】

【識別番号】 100101465

【弁理士】

【氏名又は名称】 青山 正和

【選任した代理人】

【識別番号】 100094400

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴木 三義

【選任した代理人】

【識別番号】 100107836

【弁理士】

【氏名又は名称】 西 和哉

【選任した代理人】

【識別番号】 100108453

【弁理士】

【氏名又は名称】 村山 靖彦

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008707

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9704956

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 スピンバルブ型薄膜磁気素子及び薄膜磁気ヘッド及び浮上式磁気ヘッド並びにスピンバルブ型薄膜磁気素子の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 フリー磁性層の厚さ方向両側に、一対の非磁性導電層と、一対の固定磁性層と、該一対の固定磁性層の磁化方向をそれぞれ固定する一対の反強磁性層とが各々順次積層されてなる積層体が基板上に形成されるとともに、

前記積層体のトラック幅方向両側に位置して前記フリー磁性層の磁化方向を各固定磁性層の磁化方向の交叉方向に揃える一対のバイアス層と、前記バイアス層に積層されて前記積層体に検出電流を与える一対のリード層とを備えてなるスピンバルブ型薄膜磁気素子であり、

少なくとも前記基板から離れた側の反強磁性層のトラック幅方向の幅が前記フリー磁性層よりも狭幅とされ、この狭幅な反強磁性層のトラック幅方向両側が積層体のリード接続部とされ、

前記一対のリード層が、前記積層体のトラック幅方向両側から前記積層体の中央に向けて延出し、前記の一対のリード接続部にて前記積層体に接続されたことを特徴とするスピンバルブ型薄膜磁気素子。

【請求項2】 前記狭幅の反強磁性層に加えて、この狭幅の反強磁性層に接する固定磁性層の少なくとも一部若しくは全部が前記フリー磁性層よりも狭幅とされ、これら狭幅の反強磁性層及び固定磁性層のトラック幅方向両側が積層体のリード接続部とされ、

前記一対のリード層が、前記積層体のトラック幅方向両側から前記積層体の中央に向けて延出し、前記の一対のリード接続部にて前記積層体に接続されたことを特徴とする請求項1に記載のスピンバルブ型薄膜磁気素子。

【請求項3】 前記狭幅の反強磁性層に加えて、この狭幅の反強磁性層に接する固定磁性層と該固定磁性層に接する非磁性導電層の一部が前記フリー磁性層よりも狭幅とされ、これら狭幅の反強磁性層及び固定磁性層並びに非磁性導電層のトラック幅方向両側が積層体のリード接続部とされ、

前記一対のリード層が、前記積層体のトラック幅方向両側から前記積層体の中

央に向けて延出し、前記の一対のリード接続部にて前記積層体に接続されたことを特徴とする請求項1に記載のスピンドル型薄膜磁気素子。

【請求項4】 前記一対のリード接続部は、前記積層体のトラック幅方向両側に位置してこの積層体の前記基板より離れた側の一部に形成された一対の切欠部とされ、各リード接続部のトラック幅方向の幅が0.03～0.5μmの範囲とされていることを特徴とする請求項1ないし請求項3のいずれかに記載のスピンドル型薄膜磁気素子。

【請求項5】 前記一対のバイアス層は、少なくとも前記フリー磁性層と同じ階層位置に位置して前記フリー磁性層に隣接するとともに、その上面が、前記リード接続部よりも基板側の位置にて前記積層体に接合され、前記一対のリード接続部には前記一対のリード層のみが接続されたことを特徴とする請求項1ないし請求項4のいずれかに記載のスピンドル型薄膜磁気素子。

【請求項6】 前記一対の固定磁性層が、2以上の強磁性層と、これらの強磁性層の間に挿入される非磁性中間層とが積層されてなるとともに、隣接する各強磁性層の磁化方向が相互に反平行とされて全体がフェリ磁性状態とされてなることを特徴とする請求項1ないし請求項5のいずれかに記載のスピンドル型薄膜磁気素子。

【請求項7】 前記一対の固定磁性層は、2つの強磁性層と、これらの強磁性層の間に挿入される非磁性中間層とが積層されてなるとともに、各強磁性層の磁化方向が反平行とされて全体がフェリ磁性状態とされてなることを特徴とする請求項6に記載のスピンドル型薄膜磁気素子。

【請求項8】 基板に近い側に位置する反強磁性層が、前記フリー磁性層よりもトラック幅方向に拡幅に延出して形成され、この反強磁性層の延出部上に、前記バイアス層が積層されていることを特徴とする請求項1ないし請求項7のいずれかに記載のスピンドル型薄膜磁気素子。

【請求項9】 基板に近い側に位置する反強磁性層の延出部上に、TaまたはCrからなるバイアス下地層を介して前記バイアス層が積層されていることを特徴とする請求項1ないし請求項8のいずれかに記載のスピンドル型薄膜磁気素子。

【請求項10】 前記バイアス層と前記リード層との間にTaまたはCrからなる中間層が積層されていることを特徴とする請求項1ないし請求項9のいずれかに記載のスピンドル型薄膜磁気素子。

【請求項11】 前記一対の反強磁性層が、XMn合金、PtX'Mn合金（ただし前記組成式において、XはPt、Pd、Ir、Rh、Ru、Osのなかから選択される1種を示し、X'はPd、Cr、Ru、Ni、Ir、Rh、Os、Au、Ag、Ne、Ar、Xe、Krのなかから選択される1種または2種以上を示す）のいずれかよりなることを特徴とする請求項1ないし請求項10のいずれかに記載のスピンドル型薄膜磁気素子。

【請求項12】 前記積層体は、再生感度が高く実質的に磁気抵抗効果を発揮し得る中央部分の感度領域と、前記感度領域のトラック幅方向両側に形成され、再生感度が低く実質的に磁気抵抗効果を発揮し得ない不感領域とで構成され、

前記積層体の両側に形成された一対のリード接続部が、前記積層体の不感領域上に形成され、前記一対のリード層が前記積層体のトラック幅方向両側からこの不感領域上まで延出して被着形成していることを特徴とする請求項1ないし請求項11のいずれかに記載のスピンドル型薄膜磁気素子。

【請求項13】 請求項1ないし請求項12のいずれかに記載のスピンドル型薄膜磁気素子が磁気情報の読出素子として備えられてなることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項14】 スライダに、請求項13に記載の薄膜磁気ヘッドが備えられてなることを特徴とする浮上式磁気ヘッド。

【請求項15】 基板上に、反強磁性層、固定磁性層、非磁性導電層、フリーマグネット層、別の非磁性導電層、別の固定磁性層及び別の反強磁性層を順次積層して積層膜を形成する積層膜形成工程と、

前記積層膜に接する当接面と該当接面を挟む両側面とを具備してなるとともに、前記当接面と前記両側面の間であって該当接面のトラック幅方向両側に一対の切込部が設けられてなるリフトオフレジストを、前記積層膜上に形成するレジスト形成工程と、

前記基板に対して角度  $\theta_1$  の方向からエッティング用粒子線を前記積層膜に照射して、前記リフトオフレジストの両側面よりもトラック幅方向外側にある積層膜の全部または一部をエッティングすることにより、断面視略台形状の積層体を形成する積層体形成工程と、

前記積層体の両側に、前記基板に対して角度  $\theta_2$  (ただし  $\theta_2 > \theta_1$ ) の方向から他のスパッタ粒子を堆積することにより、少なくとも前記フリー磁性層と同じ階層位置まで一対のバイアス層を積層するバイアス層形成工程と、

前記積層体に、前記基板に対して角度  $\theta_3$  (ただし  $\theta_1 > \theta_3$ ) の方向から別のエッティング用粒子線を照射することにより、少なくとも前記一対の切込部に対応する位置にある前記別の反強磁性層をエッティングして一対のリード接続部を形成するリード接続部形成工程と、

前記積層体及び前記バイアス層上に、前記基板に対して角度  $\theta_3$  の方向から更に別のスパッタ粒子を堆積することにより、前記積層体のトラック幅方向両側から中央に延出して前記リード接続部にて前記積層体に接続する一対のリード層を形成するリード層形成工程と

からなることを特徴とするスピナバルブ型薄膜磁気素子の製造方法。

【請求項16】 前記リード接続部形成工程において、前記一対の切込部に対応する位置にある前記別の反強磁性層と前記別の固定磁性層の一部若しくは全部とをエッティングして一対のリード接続部を形成することを特徴とする請求項15に記載のスピナバルブ型薄膜磁気素子の製造方法。

【請求項17】 前記リード接続部形成工程において、前記一対の切込部に対応する位置にある前記別の反強磁性層と前記別の固定磁性層と前記別の非磁性導電層の一部とをエッティングして一対のリード接続部を形成することを特徴とする請求項15に記載のスピナバルブ型薄膜磁気素子の製造方法。

【請求項18】 前記積層体形成工程において、前記第1リフトオフレジストの両側面よりもトラック幅方向外側にある積層膜を、前記基板に隣接する反強磁性層の一部を残してエッティングすることを特徴とする請求項15に記載のスピナバルブ型薄膜磁気素子の製造方法。

【請求項19】 前記バイアス層形成工程において、前記バイアス層を形

成するとともに、前記の角度  $\theta_1$  の方向からスパッタ粒子を堆積することにより前記バイアス層上に Ta または Cr からなる中間層を積層し、

前記リード接続部形成工程において、前記中間層の一部を同時にエッチングすることを特徴とする請求項 15 ないし請求項 18 のいずれかに記載のスピナブルブ型薄膜磁気素子の製造方法。

【請求項 20】 前記の角度  $\theta_1$  が  $60 \sim 85^\circ$  の範囲であり、角度  $\theta_2$  が  $70 \sim 90^\circ$  の範囲であり、角度  $\theta_3$  が  $40 \sim 70^\circ$  の範囲であることを特徴とする請求項 15 ないし請求項 19 のいずれかに記載のスピナブルブ型薄膜磁気素子の製造方法。

【請求項 21】 前記の各リード接続部のトラック幅方向の幅は、前記リフトオフレジストの各切込部のトラック幅方向の幅により規定されることを特徴とする請求項 15 に記載のスピナブルブ型薄膜磁気素子の製造方法

【請求項 22】 基板上に、反強磁性層、固定磁性層、非磁性導電層、フリー磁性層、別の非磁性導電層、別の固定磁性層及び別の反強磁性層を順次積層して積層膜を形成する積層膜形成工程と、

前記積層膜に接する当接面と該当接面を挟む両側面とを具備してなるとともに、前記当接面と前記両側面の間であって該当接面のトラック幅方向両側に一対の切込部が設けられてなる第 1 リフトオフレジストを、前記積層膜上に形成する第 1 レジスト形成工程と、

前記基板に対して角度  $\theta_4$  の方向からエッチング用粒子線を前記積層膜に照射して、前記第 1 リフトオフレジストの両側面よりもトラック幅方向外側にある積層膜の全部または一部をエッチングすることにより、断面観察台形状の積層体を形成する積層体形成工程と、

前記積層体の両側に、前記基板に対して角度  $\theta_5$  (ただし  $\theta_5 > \theta_4$ ) の方向から他のスパッタ粒子を堆積することにより、少なくとも前記フリー磁性層と同じ階層位置まで一対のバイアス層を積層するバイアス層形成工程と、

前記第 1 リフトオフレジストを除去し、前記第 1 リフトオフレジストの前記当接面よりも狭幅な当接面と、この狭幅な当接面を挟む両側面とを具備してなるとともに、この当接面と前記両側面の間であって該狭幅な当接面のトラック幅方向

両側に一对の切込部が設けられてなる第2リフトオフレジストを前記積層体上面のほぼ中央に形成する第2レジスト形成工程と、

前記積層体に、前記基板に対して角度 $\theta_6$ の方向から別のエッチング用粒子線を照射することにより、前記第2リフトオフレジストの両側面よりトラック幅方向外側に位置する前記別の反強磁性層を少なくともエッチングして一对のリード接続部を形成するリード接続部形成工程と、

前記積層体及び前記バイアス層上に、前記基板に対して角度 $\theta_6$ の方向から更に別のスパッタ粒子を堆積することにより、前記積層体のトラック幅方向両側から中央に延出して前記リード接続部にて前記積層体に接続する一对のリード層を形成するリード層形成工程と

からなることを特徴とするスピナルブ型薄膜磁気素子の製造方法。

【請求項23】 前記リード接続部形成工程において、前記第2リフトオフレジストの両側面よりトラック幅方向外側にある前記別の反強磁性層と前記別の固定磁性層の一部若しくは全部とをエッチングして一对のリード接続部を形成することを特徴とする請求項22に記載のスピナルブ型薄膜磁気素子の製造方法。

【請求項24】 前記リード接続部形成工程において、前記第2リフトオフレジストの両側面よりトラック幅方向外側にある前記別の反強磁性層と前記別の固定磁性層と前記別の非磁性導電層の一部とをエッチングして一对のリード接続部を形成することを特徴とする請求項22に記載のスピナルブ型薄膜磁気素子の製造方法。

【請求項25】 前記積層体形成工程において、前記第1リフトオフレジストの両側面よりもトラック幅方向外側にある積層膜を、前記基板に隣接する反強磁性層の一部を残してエッチングすることを特徴とする請求項22に記載のスピナルブ型薄膜磁気素子の製造方法。

【請求項26】 前記バイアス層形成工程において、前記バイアス層を形成するとともに、前記の角度 $\theta_4$ の方向からスパッタ粒子を堆積することにより前記バイアス層上にTaまたはCrからなる中間層を積層し、

前記リード接続部形成工程において、前記中間層の一部を同時にエッチングす

ることを特徴とする請求項22ないし請求項25のいずれかに記載のスピナルブ型薄膜磁気素子の製造方法。

【請求項27】 前記の角度 $\theta_4$ が50～85°の範囲であり、角度 $\theta_5$ が60～90°の範囲であり、角度 $\theta_6$ が50～90°の範囲であることを特徴とする請求項22ないし請求項26のいずれかに記載のスピナルブ型薄膜磁気素子の製造方法。

【請求項28】 前記リード接続部のトラック幅方向の幅は、前記積層体の側面の位置から前記第2リフトオフレジストの側面の位置までの相対距離により規定されることを特徴とする請求項22に記載のスピナルブ型薄膜磁気素子の製造方法。

【請求項29】 前記リード接続部形成工程において、エッチングの際に前記積層体から叩き出されたスパッタ粒子種を2次イオン質量スペクトル分析法により分析してエッチングの終点を検出することを特徴とする請求項15ないし請求項28のいずれかに記載のスピナルブ型薄膜磁気素子の製造方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

##### 【発明の属する技術分野】

本発明は、スピナルブ型薄膜磁気素子及び薄膜磁気ヘッド及び薄膜磁気ヘッド並びにスピナルブ型薄膜磁気素子の製造方法に関するものであり、特に、デュアル型の積層体のトラック幅方向両側から積層体の中央に向けて延出し、積層体に被着形成されてなるリード層を具備してなるデュアル型のスピナルブ型薄膜磁気素子に用いて好適な技術に関するものである。

##### 【0002】

##### 【従来の技術】

スピナルブ型薄膜磁気素子は、巨大磁気抵抗効果を示すGMR (Giant Magnetoresistive) 素子の一種であり、ハードディスクなどの記録媒体から記録磁界を検出するものである。

しかもこのスピナルブ型薄膜磁気素子は、GMR素子の中で比較的構造が単純で、外部磁界に対して抵抗変化率が高く、弱い磁界で抵抗が変化するなどの優

れた長所を有している。

#### 【0003】

図22は、従来のスピナルブ型薄膜磁気素子の一例を、記録媒体との対向面(ABS面)側から見た場合の構造を示す断面図である。

図22に示すスピナルブ型薄膜磁気素子は、フリー磁性層の厚さ方向両側にそれぞれ、非磁性導電層、固定磁性層、反強磁性層が一層ずつ積層された、いわゆるデュアルスピナルブ型薄膜磁気素子である。

なお図22において、図示Z方向はハードディスクなどの磁気記録媒体の移動方向であり、図示Y方向は磁気記録媒体からの洩れ磁界の方向であり、図示X<sub>1</sub>方向はスピナルブ型薄膜磁気素子のトラック幅方向である。

#### 【0004】

図22に示す従来のスピナルブ型薄膜磁気素子301は、基板302上に、Taなどからなる下地層303、第1反強磁性層304、第1固定磁性層305、Cuなどからなる第1非磁性導電層306、フリー磁性層307、Cuなどからなる第2非磁性導電層308、第2固定磁性層309、第2反強磁性層310及びTaなどからなる保護層311が順次積層されて形成された積層体312と、この積層体312の両側に形成されたCoPt合金等からなる一対のバイアス層332、332と、このバイアス層332、332上に形成されたCu等からなる一対のリード層334、334とを主体として構成されている。

#### 【0005】

第1固定磁性層305は、第1強磁性ピンド層305aと、第1非磁性中間層305bと、第2強磁性ピンド層305cとが積層されて構成されている。第2強磁性ピンド層305cの膜厚は、第1強磁性ピンド層305aの膜厚より大とされている。

第1強磁性ピンド層305aの磁化方向は、第1反強磁性層304との交換結合磁界によって図示Y方向に固定され、また第2強磁性ピンド層305cは、第1強磁性ピンド層305aと反強磁性的に結合してその磁化方向が図示Y方向の反対方向に固定されている。

#### 【0006】

このように第1、第2強磁性ピンド層305a、305cの磁化方向が互いに反平行とされているため、それぞれの層の磁気モーメントが相互に打ち消し合う関係にあるが、第2強磁性ピンド層305cが第1強磁性ピンド層305aよりも厚く形成されているので、第2強磁性ピンド層305cの磁化（磁気モーメント）が僅かに残存し、これにより第1固定磁性層305全体の正味の磁化方向が図示Y方向に固定される。

## 【0007】

また、第2固定磁性層309は、第3強磁性ピンド層309aと、第2非磁性中間層309bと、第4強磁性ピンド層309cとが積層されて構成されている。第3強磁性ピンド層309aの膜厚は、第4強磁性ピンド層309cの膜厚より大とされている。

第4強磁性ピンド層309cの磁化方向は、第2反強磁性層310との交換結合磁界によって図示Y方向に固定され、また第3強磁性ピンド層309aは、第4強磁性ピンド層309cと反強磁性的に結合してその磁化方向が図示Y方向の反対方向の反対方向に固定されている。

## 【0008】

このように第1固定磁性層305の場合と同様に、第3、第4強磁性ピンド層309a、309cのそれぞれの磁気モーメントが相互に打ち消し合う関係にあるが、第3強磁性ピンド層309aが第4強磁性ピンド層309cより厚く形成されているので、第3強磁性ピンド層309aの磁化（磁気モーメント）が僅かに残存し、第2固定磁性層309全体の正味の磁化方向が図示Y方向の反対方向に固定される。

## 【0009】

このように第1、第2固定磁性層305、309は、第1～第4強磁性ピンド層305a、305c、309a、309cがそれぞれ反強磁性的に結合し、かつ第2、第3強磁性ピンド層305c、309aの磁化がそれぞれ残存しており、人工的なフェリ磁性状態（synthetic ferri pinned; シンセティックフェリピンド）を示す層となる。

## 【0010】

フリー磁性層307は、Co等よりなる第1拡散防止層307aと、NiFe合金よりなる強磁性自由層307bと、Co等よりなる第2拡散防止層307cとが積層されて構成されている。第1、第2拡散防止層307a、307cは、隣接する第1、第2非磁性導電層306、308との相互拡散を防止するとともに、抵抗変化率( $\Delta R/R$ )を増大させる効果がある。

このフリー磁性層307の磁化方向は、バイアス層332、332のバイアス磁界によって図示X1方向に揃えられている。

これにより、フリー磁性層307の磁化方向と第1、第2固定磁性層305、309の磁化方向とが交叉する関係になる。

#### 【0011】

リード層334、334は、バイアス層332、332上に積層され、更に積層体312の図示X1方向両側から積層体312の中央に向けて延出し、その一部が積層体312の図示X1方向両端部に乗り上げて積層体312に被着している。この積層体312に被着した部分をリード層334、334のオーバーレイ部334a、334aと称する。オーバーレイ部334a、334aは、積層体312上にて相互にTwの間隔をあけて離間している。

#### 【0012】

また、第1反強磁性層304は、第1固定磁性層305やフリー磁性層307よりも図示X1方向両側に突出して形成されている。

そしてこの第1反強磁性層304の突出部304a、304aとバイアス層332、332との間に、TaまたはCrからなるバイアス下地層331、331が積層されている。更に、バイアス層332、332とリード層334、334との間にはTaまたはCrからなる中間層333、333が積層されている。

#### 【0013】

このスピナバルブ型薄膜磁気素子301では、リード層334、334から積層体312に検出電流(センス電流)が与えられ、磁気記録媒体からの洩れ磁界がY方向に与えられると、フリー磁性層307の磁化方向がX1方向からY方向へ向けて変化する。このフリー磁性層307の磁化方向の変動と、第1、第2固定磁性層305、309の磁化方向との関係で電気抵抗値が変化し(これを磁気

抵抗（MR）効果という）、この電気抵抗値の変化に基づく電圧変化により、磁気記録媒体からの漏れ磁界が検出される。

## 【0014】

ところで、このスピナバルブ型薄膜磁気素子301では、リード層334、334から積層体312に検出電流（センス電流）が与えられるが、図22に示すようにセンス電流J（矢印J）は主に、オーバーレイ部334a、344aの先端334b、334bの近傍から積層体312に印加される。

従って、積層体312のなかで最もセンス電流が流れやすいのは、オーバーレイ部334a、334aが被着されていない領域であり、この領域にセンス電流が集中するため、先に説明した磁気抵抗（MR）効果が実質的に大きくなり、磁気記録媒体の漏れ磁界の検出感度が高くなる。そこで、オーバーレイ部334a、334aが被着されていない領域を図22に示すように感度領域Sと称する。

一方、オーバーレイ部334a、334aが被着されている領域では、感度領域Sに比べてセンス電流が極めて小さくなり、これにより磁気抵抗（MR）効果が実質的に小さくなり、磁気記録媒体の漏れ磁界の検出感度が低下する。このオーバーレイ部334a、334aが被着された領域を不感度領域Nと称する。

## 【0015】

このように、リード層334、334のオーバーレイ部334a、334aを積層体312の一部に被着させることにより、実質的に磁気記録媒体からの記録磁界の再生に寄与する部分（感度領域S）と、実質的に磁気記録媒体からの記録磁界の再生に寄与しない部分（不感領域N）とが形成され、感度領域Sの幅Twがスピナバルブ型薄膜磁気素子301のトラック幅となり、狭トラック化に対応することが可能になる。

## 【0016】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかし、従来のスピナバルブ型薄膜磁気素子301では、オーバーレイ部334a、334aが第2反強磁性層310に隣接し、この第2反強磁性層310の基板302側に第1、第2固定磁性層305、309及びフリー磁性層307並びに第1、第2非磁性導電層306、308が存在する。このため、オーバーレ

イ部334aから第1、第2固定磁性層305、309及びフリー磁性層307並びに第1、第2非磁性導電層306、308にセンス電流を流すためには、第2反強磁性層310にセンス電流が必ず流れることになる。

#### 【0017】

この第2反強磁性層310は、比抵抗が $200 \mu \Omega \cdot \text{cm}$ 程度のIrMn合金、FeMn合金、NiMn合金等からなるので、第1～第4強磁性ピンド層305a、305c、309a、309c及びフリー磁性層307を構成するCoやNiFe合金等の比抵抗（ $10 \mu \Omega \cdot \text{cm}$ 程度のオーダー）に比べて一桁大きく、また、第1、第2非磁性導電層306、308を構成するCuの比抵抗（ $1 \mu \Omega \cdot \text{cm}$ 程度のオーダー）に比べて二桁大きい。

このように、第2反強磁性層310の比抵抗が大きいため、オーバーレイ部334aから流れ込むセンス電流Jが大きな抵抗を受け、このため図22に示すようにリード層334からバイアス層332を経由して第2反強磁性層310の基板302側に直接流れ込む分流J'の成分が無視できない大きさになる。

#### 【0018】

この結果、不感領域Nにセンス電流の分流J'が流れることによって不感領域Nに外部磁界に対する磁気抵抗変化が発現し、この不感領域Nに対応する磁気記録媒体の記録トラックの信号を再生してしまう。

特に、記録密度の高密度化を目的として、磁気記録媒体における記録トラック幅および記録トラック間隔を減少させて狭トラック化を行った場合、本来感度領域Sで読み出すべき記録トラックに対して、隣接する記録トラックの情報を、上記不感領域Nにおいて読み出してしまうというサイドリーディングが発生し、これが出力信号に対してノイズとなり、エラーを招く可能性があった。

#### 【0019】

さらに、根本的に、スピナバルブ型薄膜磁気素子におけるより一層の出力特性の向上と感度の向上を図りたいという要求が存在していた。

#### 【0020】

本発明は、上記の事情に鑑みてなされたもので、以下の目的を達成しようとするものである。

- ①スピンバルブ型薄膜磁気素子における出力特性の向上を図ること。
- ②サイドリーディング発生の防止を図ること。
- ③上記スピンバルブ型薄膜磁気素子の製造方法を提供すること。
- ④上記スピンバルブ型薄膜磁気素子を備えた薄膜磁気ヘッドを提供すること。

#### 【0021】

##### 【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために、本発明は以下の構成を採用した。

本発明のスピンバルブ型薄膜磁気素子は、フリー磁性層の厚さ方向両側に、一対の非磁性導電層と、一対の固定磁性層と、該一対の固定磁性層の磁化方向をそれぞれ固定する一対の反強磁性層とが各々順次積層されてなる積層体が基板上に形成されるとともに、前記積層体のトラック幅方向両側に位置して前記フリー磁性層の磁化方向を各固定磁性層の磁化方向の交叉方向に揃える一対のバイアス層と、前記バイアス層に積層されて前記積層体に検出電流を与える一対のリード層とを備えてなるものであり、少なくとも前記基板から離れた側の反強磁性層のトラック幅方向の幅が前記フリー磁性層よりも狭幅とされ、この狭幅な反強磁性層のトラック幅方向両側が積層体のリード接続部とされ、前記一対のリード層が、前記積層体のトラック幅方向両側から前記積層体の中央に向けて延出し、前記の一対のリード接続部にて前記積層体に接続されたことを特徴とする。

#### 【0022】

係るスピンバルブ型薄膜磁気素子によれば、狭幅な反強磁性層のトラック幅方向両側に形成されたリード接続部にリード層が接続されるので、センス電流が、比抵抗の大きな反強磁性層を通過せずにリード層から直接固定磁性層に流れることになるため、センス電流のうち、バイアス層を経由して積層体に流れる分流成分を低減することが可能になる。

これにより、センス電流を、リード層が被着されていない積層体の中央部分に集中させることができ、この部分における電圧変化が向上し、スピンバルブ型薄膜磁気素子の出力特性を向上させることが可能になる。

また、センス電流の分流成分が低減されるので、リード層が被着形成されている部分（積層体のトラック幅方向両側の部分）では磁気抵抗効果が実質的に発現

せず、磁気記録媒体の記録トラックからの漏れ磁界を検出することがなく、これによりスピナバルブ型薄膜磁気素子のサイドリーディングを防止することが可能になる。

## 【0023】

また、本発明のスピナバルブ型薄膜磁気素子は、先に記載のスピナバルブ型薄膜磁気素子であって、前記狭幅の反強磁性層に加えて、この狭幅の反強磁性層に接する固定磁性層の少なくとも一部若しくは全部が前記フリー磁性層よりも狭幅とされ、これら狭幅の反強磁性層及び固定磁性層のトラック幅方向両側が積層体のリード接続部とされ、前記一対のリード層が、前記積層体のトラック幅方向両側から前記積層体の中央に向けて延出し、前記の一対のリード接続部にて前記積層体に接続されたことを特徴とする。

## 【0024】

係るスピナバルブ型薄膜磁気素子においては、リード層が、狭幅の反強磁性層及び固定磁性層のトラック幅方向両側に形成されたリード接続部に接続されるので、センス電流が、比抵抗の小さな非磁性導電層に直接流れることになり、センス電流の分流成分をより小さくすることができ、スピナバルブ型薄膜磁気素子のサイドリーディングをより効果的に抑制することが可能になる。

## 【0025】

更に、本発明のスピナバルブ型薄膜磁気素子は、先に記載のスピナバルブ型薄膜磁気素子であって、前記狭幅の反強磁性層に加えて、この狭幅の反強磁性層に接する固定磁性層と該固定磁性層に接する非磁性導電層の一部が前記フリー磁性層よりも狭幅とされ、これら狭幅の反強磁性層及び固定磁性層並びに非磁性導電層のトラック幅方向両側が積層体のリード接続部とされ、前記一対のリード層が、前記積層体のトラック幅方向両側から前記積層体の中央に向けて延出し、前記の一対のリード接続部にて前記積層体に接続されたことを特徴とする。

## 【0026】

係るスピナバルブ型薄膜磁気素子においては、リード層が、狭幅の反強磁性層及び固定磁性層及び一部の非磁性導電層のトラック幅方向両側に形成されたリード接続部に接続されるので、センス電流が、比抵抗の小さな非磁性導電層に直接

流れることになり、センス電流の分流成分を更に小さくすることができ、スピナバルブ型薄膜磁気素子のサイドリーディングを更に効果的に抑制することができる。

## 【0027】

また、本発明のスピナバルブ型薄膜磁気素子において、前記一対のリード接続部は、前記積層体のトラック幅方向両側に位置してこの積層体の前記基板より離れた側の一部に形成された切欠部とされ、各リード接続部のトラック幅方向の幅は0.03～0.5μmの範囲とされていることが好ましい。

## 【0028】

係るスピナバルブ型薄膜磁気素子によれば、リード接続部が切欠部とされているため、リード層がこの切欠部にはめ込まれる形で接続されるので、積層体とリード層との段差を小さくすることができ、これによりスピナバルブ型薄膜磁気素子のギャップ幅を小さくすることが可能になり、またこのスピナバルブ型薄膜磁気素子に絶縁層を更に積層した場合にはこの絶縁層にピンホール等が生じるおそれがなく、スピナバルブ型薄膜磁気素子の絶縁性を高めることができる。

また、リード接続部の幅が0.03～0.5μmの範囲とされているので、リード接続部におけるリード層と積層体との接触面積を大きくすることができ、センス電流を積層体に効率よく流すことができる。

## 【0029】

また本発明のスピナバルブ型薄膜磁気素子は、先に記載のスピナバルブ型薄膜磁気素子であって、前記一対のバイアス層は、少なくとも前記フリー磁性層と同じ階層位置に位置して前記フリー磁性層に隣接するとともに、その上面が、前記リード接続部より基板側の位置にて積層体に接合され、前記一対のリード接続部には前記一対のリード層のみが接続されたことを特徴とする。

## 【0030】

係るスピナバルブ型薄膜磁気素子によれば、バイアス層がリード接続部に接続することができなく、リード接続部にはリード層のみが接続されるので、リード接続部におけるリード層と積層体との接触面積を大きくすることができ、分流成分を低減するとともにスピナバルブ型薄膜磁気素子の出力特性を更に向上させること

が可能になる。

また、前記バイアス層が、前記フリー磁性層と同じ階層位置に配置されているので、フリー磁性層に強いバイアス磁界を与えやすくなり、フリー磁性層を単磁区化しやすく、バルクハウゼンノイズを低減させることができになる。

#### 【0031】

なお、「前記フリー磁性層と同じ階層位置に位置して」とは、一対のバイアス層がトラック幅方向両側からフリー磁性層を挟んで、少なくともバイアス層とフリー磁性層とが磁気的に接合されている状態を意味し、前記ハードバイアス層と前記フリー磁性層との接合部分の厚さが前記フリー磁性層の膜厚よりも薄い状態も含まれる。

また「隣接」とは、層同士が直接に接して接続することのみならず、例えばバイアス下地層や中間層等を介して接続することも意味している。

#### 【0032】

また本発明のスピンドル型薄膜磁気素子においては、前記一対の固定磁性層が、2以上の強磁性層と、これらの強磁性層の間に挿入される非磁性中間層とが積層されてなるとともに、隣接する各強磁性層の磁化方向が相互に反平行とされて全体がフェリ磁性状態とされてなることが好ましい。

特に前記一対の固定磁性層は、2つの強磁性層と、これらの強磁性層の間に挿入される非磁性中間層とが積層されてなるとともに、各強磁性層の磁化方向が反平行とされて全体がフェリ磁性状態とされてなることが好ましい。

#### 【0033】

係るスピンドル型薄膜磁気素子においては、固定磁性層がいわゆる人工的なフェリ磁性状態 (synthetic ferri pinned; シンセティックフェリピンドを示す層であるので、固定磁性層の磁化方向を強固に固定して固定磁性層を安定させることができになる。

#### 【0034】

また、本発明のスピンドル型薄膜磁気素子においては、基板に近い側に位置する反強磁性層が、前記フリー磁性層よりもトラック幅方向に拡幅に延出して形成され、この反強磁性層の延出部上に、前記バイアス層が積層されていることが

好ましい。

【0035】

係るスピナバルブ型薄膜磁気素子によれば、基板側の反強磁性層が固定磁性層やフリー磁性層よりもトラック幅方向に突出しているので、前記バイアス層が形成される高さを、前記フリー磁性層の階層位置と同じ高さに調整することができ、フリー磁性層に強いバイアス磁界を与えることが可能になる。

【0036】

更に、本発明のスピナバルブ型薄膜磁気素子においては、基板に近い側に位置する反強磁性層の延出部上に、TaまたはCrからなるバイアス下地層を介して前記バイアス層が積層されていることが好ましい。

また本発明のスピナバルブ型薄膜磁気素子においては、前記バイアス層と前記リード層との間にTaまたはCrからなる中間層が積層されていることが好ましい。

【0037】

係るスピナバルブ型薄膜磁気素子によれば、反強磁性層の延出部とバイアス層との間にバイアス下地層が積層されているので、反強磁性層とバイアス層との磁気的な結合を防止することができるとともに、バイアス層の結晶は以降を整えてバイアス層の磁気特性（バイアス層が硬磁性体の場合には保磁力や角形比）を改善することができる。

また、バイアス層とリード層との間に中間層が積層されているので、バイアス層の磁気特性の劣化を防止するとともに、リード層の組織の結晶構造を整えて、リード層を低抵抗にすることが可能になる。

【0038】

また、本発明のスピナバルブ型薄膜磁気素子は、先に記載のスピナバルブ型薄膜磁気素子であって、前記一対の反強磁性層が、XMn合金、PtX'Mn合金（ただし前記組成式において、XはPt、Pd、Ir、Rh、Ru、Osのなかから選択される1種を示し、X'はPd、Cr、Ru、Ni、Ir、Rh、Os、Au、Ag、Ne、Ar、Xe、Krのなかから選択される1種または2種以上を示す）のいずれかよりなることを特徴とする。

## 【0039】

係るスピナルブ型薄膜磁気素子によれば、一対の反強磁性層がXMn合金またはPtX'Mn合金よりなり、このXMn合金またはPtX'Mn合金は交換結合磁界が高く、また比較的高い温度でも充分な交換結合磁界を発現するので、スピナルブ型薄膜磁気素子の動作を安定化させることが可能になり、特に比較的高温下での動作を安定化させることが可能になる。

## 【0040】

そして、本発明のスピナルブ型薄膜磁気素子は、先に記載のスピナルブ型薄膜磁気素子であって、前記積層体は、再生感度が高く実質的に磁気抵抗効果を發揮し得る中央部分の感度領域と、前記感度領域のトラック幅方向両側に形成され、再生感度が低く実質的に磁気抵抗効果を發揮し得ない不感領域とで構成され、前記積層体の両側に形成された一対のリード接続部が前記積層体の不感領域上に形成され、前記一対のリード層が前記積層体のトラック幅方向両側からこの不感領域上まで延出して被着形成されていることを特徴とする。

## 【0041】

係るスピナルブ型薄膜磁気素子によれば、一対のリード層が前記積層体のトラック幅方向両側からこの不感領域上まで延出して被着形成されているので、これらの一対のリード層の間に位置する感度領域に、リード層からのセンス電流を集中して流すことができ、この一対のリード層の間の感度領域の幅をスピナルブ型薄膜磁気素子のトラック幅とすることができる。

従ってスピナルブ型薄膜磁気素子のトラック幅は、不感領域上に被着形成された一対のリード層の間隔によって規定することができ、リード層の間隔を狭めることで、スピナルブ型薄膜磁気素子の狭トラック化を図ることが可能になる。

## 【0042】

なお、積層体の感度領域は、マイクロトラックプロファイル法によりその範囲を決めることができる。即ち感度領域は、ある信号が記録された微小トラック上にスピナルブ型薄膜磁気素子を走査させた場合に得られる再生信号のうち最大の信号強度の50%以上の信号強度が得られた領域と定義される。

また積層体の不感領域は、前記感度領域の両側であって、信号強度が最大の信号強度の50%以下となる領域として定義される。

## 【0043】

また、本発明の薄膜磁気ヘッドは、先のいずれかに記載のスピナバルブ型薄膜磁気素子が磁気情報の読み出素子として備えられてなることを特徴とする。

そして、本発明の浮上式磁気ヘッドは、スライダに、先に記載の薄膜磁気ヘッドが備えられてなることを特徴とする。

## 【0044】

係る薄膜磁気ヘッドによれば、先に記載のスピナバルブ型薄膜磁気素子を読み出素子として備えているので、磁気情報の再生出力が高く、サイドリーディング発生の確率が低い薄膜磁気ヘッドを構成することが可能になる。

また係る浮上式磁気ヘッドによれば、上記の薄膜磁気ヘッドを備えているので、磁気情報の再生出力が高く、サイドリーディング発生の確率が低い浮上式磁気ヘッドを構成することが可能になる。

## 【0045】

本発明のスピナバルブ型薄膜磁気素子の製造方法は、基板上に、反強磁性層、固定磁性層、非磁性導電層、フリー磁性層、別の非磁性導電層、別の固定磁性層及び別の反強磁性層を順次積層して積層膜を形成する積層膜形成工程と、前記積層膜に接する当接面と該当接面を挟む両側面とを具備してなるとともに、前記当接面と前記両側面の間であって該当接面のトラック幅方向両側に一対の切込部が設けられてなるリフトオフレジストを前記積層膜上に形成するレジスト形成工程と、前記基板に対して角度 $\theta_1$ の方向からエッチング用粒子線を前記積層膜に照射して、前記リフトオフレジストの両側面よりもトラック幅方向外側にある積層膜の全部または一部をエッチングすることにより、断面観察台形状の積層体を形成する積層体形成工程と、前記積層体の両側に、前記基板に対して角度 $\theta_2$ （ただし $\theta_2 > \theta_1$ ）の方向から他のスパッタ粒子を堆積することにより、少なくとも前記フリー磁性層と同じ階層位置まで一対のバイアス層を積層するバイアス層形成工程と、前記積層体に、前記基板に対して角度 $\theta_3$ （ただし $\theta_1 > \theta_3$ ）の方向から別のエッチング用粒子線を照射することにより、少なくとも前記一対の切込

部に対応する位置にある前記別の反強磁性層をエッティングして一対のリード接続部を形成するリード接続部形成工程と、前記積層体及び前記バイアス層上に、前記基板に対して角度 $\theta_3$ の方向から更に別のスパッタ粒子を堆積することにより、前記積層体のトラック幅方向両側から中央に延出して前記リード接続部にて前記積層体に接続する一対のリード層を形成するリード層形成工程とからなることを特徴とする。

## 【0046】

係るスピナバルブ型薄膜磁気素子の製造方法によれば、積層体形成工程において角度 $\theta_1$ の方向からイオンビーム等のエッティング用粒子線を照射して断面観察台形状の積層体を形成し、更に前記基板に対して角度 $\theta_3$  ( $\theta_1 > \theta_3$ ) の方向から別のエッティング用粒子線を照射して、リフトオフレジストの切込部に対応する位置に一対のリード接続部を形成するので、1つのリフトオフレジストによって積層体の形成とリード接続部の形成を行うことができ、スピナバルブ型薄膜磁気素子の製造工程を短縮化することが可能となる。

また、反強磁性層をエッティングしてリード接続部を形成し、リード層をこのリード接続部に接続させて形成するので、リード層を固定磁性層に直接接続させることができ、センス電流を反強磁性層に流すことなく積層体に与えることができるスピナバルブ型薄膜磁気素子の製造が可能になる。

## 【0047】

また、本発明のスピナバルブ型薄膜磁気素子の製造方法は、先に記載のスピナバルブ型薄膜磁気素子の製造方法であって、前記リード接続部形成工程において、前記一対の切込部に対応する位置にある前記別の反強磁性層と前記別の固定磁性層の一部若しくは全部とをエッティングして一対のリード接続部を形成することを特徴とする。

## 【0048】

係るスピナバルブ型薄膜磁気素子の製造方法によれば、リフトオフレジストの切込部に対応する位置にある反強磁性層に加えて、この反強磁性層に接して切込部に対応する位置にある固定磁性層の一部若しくは全部をエッティングしてリード接続部を形成するので、リード層を固定磁性層の一部、または非磁性導電層に接

続させることができ、センス電流を効率よく積層体に与えることができるスピンバルブ型薄膜磁気素子の製造が可能になる。

【0049】

更に、本発明のスピンバルブ型薄膜磁気素子の製造方法は、先に記載のスピンバルブ型薄膜磁気素子の製造方法であって、前記リード接続部形成工程において、前記一対の切込部に対応する位置にある前記別の反強磁性層と前記別の固定磁性層と前記別の非磁性導電層の一部とをエッチングして一対のリード接続部を形成することを特徴とする。

【0050】

係るスピンバルブ型薄膜磁気素子の製造方法によれば、リフトオフレジストの切込部に対応する位置にある反強磁性層に加えて、この反強磁性層に接して切込部に対応する位置にある固定磁性層及び非磁性導電層の一部をエッチングしてリード接続部を形成するので、リード層を非磁性導電層に接続させることができ、センス電流をより効率よく積層体に与えることができるスピンバルブ型薄膜磁気素子の製造が可能になる。

【0051】

また、本発明のスピンバルブ型薄膜磁気素子の製造方法においては、前記積層体形成工程において、前記第1リフトオフレジストの両側面よりもトラック幅方向外側にある積層膜を、前記基板に隣接する反強磁性層の一部を残してエッチングすることが好ましい。

【0052】

係るスピンバルブ型薄膜磁気素子の製造方法によれば、基板に接する反強磁性層の一部を残して積層膜をエッチングするので、前記バイアス層が形成される高さを、前記フリー磁性層の階層位置と同じ高さに調整することができ、フリー磁性層に強いバイアス磁界を与えることが可能になる。

【0053】

また、本発明のスピンバルブ型薄膜磁気素子の製造方法は、先に記載のスピンバルブ型薄膜磁気素子の製造方法であって、前記バイアス層形成工程において、前記バイアス層を形成するとともに、前記の角度 $\theta_1$ の方向からスパッタ粒子を

堆積することにより前記バイアス層上にT a またはC r からなる中間層を積層し、前記リード接続部形成工程において、前記中間層の一部を同時にエッティングすることを特徴とする。

#### 【0054】

係るスピナバルブ型薄膜磁気素子の製造方法によれば、バイアス層上に中間層を形成し、リード接続部を形成する際に中間層の一部を同時にエッティングするので、中間層を少なくともリード接続部より基板側に位置させることができなり、従ってリード接続部にはリード層のみを接続させることができになる。

また、バイアス層は中間層に覆われるので、リード接続部の形成の際にバイアス層がエッティングされることなく、バイアス層の厚さが薄くなつてバイアス磁界が減少するおそれをなくすことが可能になる。

#### 【0055】

上記のスピナバルブ型薄膜磁気素子の製造方法においては、前記の角度 $\theta_1$ が60~85°の範囲であり、角度 $\theta_2$ が70~90°の範囲であり、角度 $\theta_3$ が40~70°の範囲であることが好ましい。

#### 【0056】

また、本発明のスピナバルブ型薄膜磁気素子の製造方法においては、各リード接続部のトラック幅方向の幅が、前記リフトオフレジストの各切込部のトラック幅方向の幅により規定されることを特徴とする。

#### 【0057】

係るスピナバルブ型薄膜磁気素子の製造方法によれば、リード接続部のトラック幅方向の幅を、リフトオフレジストの切込部のトラック幅方向の幅によって規定できるので、リード接続部のトラック幅方向の寸法を精密に制御することができ、これによりリード接続部におけるリード層の接触面積を制御してセンス電流を効率よく積層体に印加できるように構成することが可能になる。

#### 【0058】

次に、本発明のスピナバルブ型薄膜磁気素子の製造方法は、基板上に、反強磁性層、固定磁性層、非磁性導電層、フリー磁性層、別の非磁性導電層、別の固定磁性層及び別の反強磁性層を順次積層して積層膜を形成する積層膜形成工程と、

前記積層膜に接する当接面と該当接面を挟む両側面とを具備してなるとともに、前記当接面と前記両側面の間であって該当接面のトラック幅方向両側に一対の切込部が設けられてなる第1リフトオフレジストを、前記積層膜上に形成する第1レジスト形成工程と、前記基板に対して角度 $\theta_4$ の方向からエッティング用粒子線を前記積層膜に照射して、前記第1リフトオフレジストの両側面よりもトラック幅方向外側にある積層膜の全部または一部をエッティングすることにより、断面視略台形状の積層体を形成する積層体形成工程と、前記積層体の両側に、前記基板に対して角度 $\theta_5$ （ただし $\theta_5 > \theta_4$ ）の方向から他のスパッタ粒子を堆積することにより、少なくとも前記フリー磁性層と同じ階層位置まで一対のバイアス層を積層するバイアス層形成工程と、前記第1リフトオフレジストを除去し、前記第1リフトオフレジストの前記当接面よりも狭幅な当接面と、この狭幅な当接面を挟む両側面とを具備してなるとともに、この当接面と前記両側面の間であって該狭幅な当接面のトラック幅方向両側に一対の切込部が設けられてなる第2リフトオフレジストを前記積層体上面のほぼ中央に形成する第2レジスト形成工程と、前記積層体に、前記基板に対して角度 $\theta_6$ の方向から別のエッティング用粒子線を照射することにより、前記第2リフトオフレジストの両側面よりトラック幅方向外側にある前記別の反強磁性層を少なくともエッティングして一対のリード接続部を形成するリード接続部形成工程と、前記積層体及び前記バイアス層上に、前記基板に対して角度 $\theta_6$ の方向から更に別のスパッタ粒子を堆積することにより、前記積層体のトラック幅方向両側から中央に延出して前記リード接続部にて前記積層体に接続する一対のリード層を形成するリード層形成工程とからなることを特徴とする。

## 【0059】

係るスピナバルブ型薄膜磁気素子の製造方法によれば、第1リフトオフレジストを用いて断面視略台形状の積層体を形成し、第2リフトオフレジストを用いてリード接続部を形成するので、積層体のトラック幅方向の幅と、リード接続部のトラック幅方向の幅をそれぞれ正確に制御することができ、狭トラック幅でサイドリーディング発生確率が低いスピナバルブ型薄膜磁気素子を容易に製造することが可能になる。

## 【0060】

また、本発明のスピナバルブ型薄膜磁気素子の製造方法は、先に記載のスピナバルブ型薄膜磁気素子の製造方法であって、前記リード接続部形成工程において、前記第2リフトオフレジストの両側面よりトラック幅方向外側にある前記別の反強磁性層と前記別の固定磁性層の一部若しくは全部とをエッチングして一対のリード接続部を形成することを特徴とする。

## 【0061】

係るスピナバルブ型薄膜磁気素子の製造方法によれば、第2リフトオフレジストの両側面よりトラック幅方向外側にある別の反強磁性層に加えて、この反強磁性層に接して第2リフトオフレジストの両側面よりトラック幅方向外側にある固定磁性層の一部若しくは全部をエッチングしてリード接続部を形成するので、リード層を固定磁性層の一部、または非磁性導電層に接続させることができ、センス電流を効率よく積層体に与えることができるスピナバルブ型薄膜磁気素子の製造が可能になる。

## 【0062】

更に本発明のスピナバルブ型薄膜磁気素子の製造方法は、先に記載のスピナバルブ型薄膜磁気素子の製造方法であって、前記リード接続部形成工程において、前記第2リフトオフレジストの両側面よりトラック幅方向外側にある前記別の反強磁性層と前記別の固定磁性層と前記別の非磁性導電層の一部とをエッチングして一対のリード接続部を形成することを特徴とする。

## 【0063】

係るスピナバルブ型薄膜磁気素子の製造方法によれば、第2リフトオフレジストの両側面よりトラック幅方向外側にある別の反強磁性層に加えて、この反強磁性層に接して第2リフトオフレジストの両側面よりトラック幅方向外側にある固定磁性層及び非磁性導電層の一部をエッチングしてリード接続部を形成するので、リード層を非磁性導電層に接続させることができ、センス電流をより効率よく積層体に与えることができるスピナバルブ型薄膜磁気素子の製造が可能になる。

## 【0064】

また、本発明のスピナバルブ型薄膜磁気素子の製造方法においては、前記積層

体形成工程において、前記第1リフトオフレジストの両側面よりもトラック幅方向外側にある積層膜を、前記基板に隣接する反強磁性層の一部を残してエッチングすることが好ましい。

## 【0065】

係るスピナルブ型薄膜磁気素子の製造方法によれば、基板に接する反強磁性層の一部を残して積層膜をエッチングするので、フリー磁性層や固定磁性層よりもトラック幅方向両側に突出した反強磁性層を形成することができ、前記バイアス層が形成される高さを、前記フリー磁性層の階層位置と同じ高さに調整することができ、フリー磁性層に強いバイアス磁界を与えることが可能になる。

## 【0066】

更に、本発明のおスピナルブ型薄膜磁気素子の製造方法においては、前記バイアス層形成工程において、前記バイアス層を形成するとともに、前記の角度 $\theta_4$ の方向からスパッタ粒子を堆積することにより前記バイアス層上にTaまたはCrからなる中間層を積層し、前記リード接続部形成工程において、前記中間層の一部を同時にエッチングすることが好ましい。

## 【0067】

係るスピナルブ型薄膜磁気素子の製造方法によれば、バイアス層上に中間層を形成し、リード接続部を形成する際に中間層の一部を同時にエッチングするので、中間層を少なくともリード接続部より基板側に位置させることができになり、従ってリード接続部にはリード層のみを接続させることができになる。

また、バイアス層は中間層に覆われているので、リード接続部の形成の際にバイアス層がエッチングされることはなく、バイアス層の厚さが薄くなつてバイアス磁界が減少するおそれをなくすことが可能になる。

## 【0068】

上記のスピナルブ型薄膜磁気素子の製造方法においては、前記の角度 $\theta_4$ が $50\sim85^\circ$ の範囲であり、角度 $\theta_5$ が $60\sim90^\circ$ の範囲であり、角度 $\theta_6$ が $50\sim90^\circ$ の範囲であることが好ましい。

## 【0069】

また、本発明のスピナルブ型薄膜磁気素子の製造方法は、先に記載のスピ

バルブ型薄膜磁気素子の製造方法であり、前記リード接続部のトラック幅方向の幅は、前記積層体の側面の位置から前記第2リフトオフレジストの側面の位置までの相対距離により規定されることを特徴とする。

## 【0070】

係るスピナルバルブ型薄膜磁気素子の製造方法によれば、リード接続部のトラック幅方向の幅を、前記積層体の側面の位置から前記第2リフトオフレジストの側面の位置までの相対距離により規定することができるので、リード接続部のトラック幅方向の寸法を精密に制御することができ、これによりリード接続部におけるリード層の接触面積を制御してセンス電流を効率よく積層体に印加できるよう構成することが可能になる。

## 【0071】

そして、本発明のスピナルバルブ型薄膜磁気素子の製造方法は、先に記載のスピナルバルブ型薄膜磁気素子の製造方法であって、前記リード接続部形成工程において、エッチングの際に前記積層体から叩き出されたスパッタ粒子種を2次イオン質量スペクトル分析法により分析してエッチングの終点を検出することを特徴とする。

## 【0072】

係るスピナルバルブ型薄膜磁気素子の製造方法によれば、リード接続部を形成する際のエッチングの終点を、2次イオン質量スペクトル分析法によりスパッタ粒子種を分析することにより行うので、リード接続部形成時のエッチングの精度を高くすることができ、リード接続部を精度良く形成することが可能になる。

## 【0073】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

なお、図1～図19において、図示Z方向は磁気記録媒体の移動方向であり、図示Y方向は磁気記録媒体からの漏れ磁界の方向であり、図示X1方向はスピナルバルブ型薄膜磁気素子のトラック幅方向である。

## 【0074】

## (第1の実施形態)

図1に、本発明の第1の実施形態であるスピナルブ型薄膜磁気素子1を磁気記録媒体側からみた断面模式図を示す。

また、図2にスピナルブ型薄膜磁気素子1を具備してなる薄膜磁気ヘッド300を備えた浮上式磁気ヘッド350を示し、図3に薄膜磁気ヘッド300の要部の断面図を示す。

#### 【0075】

図2に示す本発明に係る浮上式磁気ヘッド350は、スライダ351と、スライダ351の端面351dに備えられた本発明に係る薄膜磁気ヘッド300を主体として構成されている。符号355はスライダ351の磁気記録媒体の移動方向の上流側であるリーディング側を示し、符号356はトレーリング側を示す。このスライダ351の媒体対向面352には、レール351a、351a、351bが形成され、各レール同士間は、エアーグループ351c、351cとされている。

#### 【0076】

また図3に示すように、本発明に係る薄膜磁気ヘッド300は、スライダ351の端面351d上に形成された絶縁層362に積層されており、絶縁層362上に積層された下部シールド層363と、下部シールド層363に積層された下部絶縁層364と、下部絶縁層364上に形成されて媒体対向面352上に露出する本発明に係るスピナルブ型薄膜磁気素子1と、スピナルブ型薄膜磁気素子1を覆う上部絶縁層366と、上部絶縁層366を覆う上部シールド層367とから構成されている。

また上部シールド層367は、後述するインダクティブヘッドhの下部コア層と兼用とされている。

#### 【0077】

インダクティブヘッドhは、下部コア層（上部シールド層）367と、下部コア層367に積層されたギャップ層374と、コイル376と、コイル376を覆う上部絶縁層377と、ギャップ層374に接合され、かつコイル376側にて下部コア層367に接合される上部コア層378とから構成されている。

コイル376は、平面的に螺旋状となるようにパターン化されている。また、

コイル376のほぼ中央部分にて上部コア層378の基礎部378bが下部コア層367に磁気的に接続されている。

また、上部コア層378には、アルミナなどからなるコア保護層379が積層されている。

#### 【0078】

図1に示すように、本発明のスピナルブ型薄膜磁気素子1は、フリー磁性層を中心としてその厚さ方向両側に非磁性導電層、固定磁性層及び反強磁性層が1層づつ積層された、いわゆるデュアルスピナルブ型薄膜磁気素子である。

このデュアルスピナルブ型薄膜磁気素子は、フリー磁性層／非磁性導電層／固定磁性層の3層の組合せが2組存在するために、フリー磁性層／非磁性導電層／固定磁性層の3層の組合せが1組であるシングルスピナルブ薄膜磁気素子と比較して、大きな抵抗変化率が期待でき、高密度記録に対応できるものとなっている。

#### 【0079】

本発明のスピナルブ型薄膜磁気素子1は、下部絶縁層364（基板）上に、Taなどからなる下地層3、第1反強磁性層4、第1固定磁性層5、Cuなどからなる第1非磁性導電層6、フリー磁性層7、Cuなどからなる第2非磁性導電層（一部が狭幅な非磁性導電層）8、第2固定磁性層（狭幅な固定磁性層）9、第2反強磁性層（狭幅な反強磁性層）10及びTaなどからなる保護層11が順次積層されて形成された積層体12と、この積層体12の両側に形成されてフリー磁性層7の磁化を揃えるCoPt合金等からなる一対のバイアス層32、32と、このバイアス層32、32上に形成されて検出電流を積層体12に与えるCu、Au、Cr、Ta、W、Rh等からなる一対のリード層34、34とを主体として構成されている。

#### 【0080】

フリー磁性層7は、Co等よりなる第1拡散防止層7aと、NiFe合金よりなる強磁性自由層7bと、Co等よりなる第2拡散防止層7cとが積層されて構成されている。第1、第2拡散防止層7a、7cは、隣接する第1、第2非磁性導電層6、8との相互拡散を防止するとともに、抵抗変化率（ $\Delta R/R$ ）を増大

させる効果を奏する。

第1、第2拡散防止層7a、7cの膜厚は0.3~1.0nmの範囲、強磁性自由層7bの膜厚は1~3nmの範囲が好ましい。

このフリー磁性層7の磁化方向は、バイアス層32、32のバイアス磁界によって図示X1方向に揃えられている。このようしてフリー磁性層7が単磁区化されることにより、スピナバルブ型薄膜磁気素子1のバルクハウゼンノイズを低減できる。

#### 【0081】

第1固定磁性層5は、第1強磁性ピンド層5aと、第1非磁性中間層5bと、第2強磁性ピンド層5cとが積層されて構成されている。第2強磁性ピンド層5cの膜厚は、第1強磁性ピンド層5aの膜厚より大とされている。

第1強磁性ピンド層5aの磁化方向は、第1反強磁性層4との交換結合磁界によって図示Y方向に固定され、また第2強磁性ピンド層5cは、第1強磁性ピンド層5aと反強磁性的に結合してその磁化方向が図示Y方向の反対方向に固定されている。

#### 【0082】

このように第1、第2強磁性ピンド層5a、5cの磁化方向が互いに反平行とされているため、それぞれの層の磁気モーメントが相互に打ち消し合う関係にあるが、第2強磁性ピンド層5cが第1強磁性ピンド層5aよりも厚く形成されているので、第2強磁性ピンド層5cの磁化（磁気モーメント）が僅かに残存し、これにより第1固定磁性層5全体の正味の磁化方向が図示Y方向の反対方向に固定される。

なお、第2強磁性ピンド層5cの膜厚を、第1強磁性ピンド層5aの膜厚より小としてもよい。

#### 【0083】

第2固定磁性層9は、第3強磁性ピンド層9aと、第2非磁性中間層9bと、第4強磁性ピンド層9cとが積層されて構成されている。第3強磁性ピンド層9aの膜厚は、第4強磁性ピンド層9cの膜厚より大とされている。

第4強磁性ピンド層9cの磁化方向は、第2反強磁性層10との交換結合磁界

によって図示Y方向に固定され、また第3強磁性ピンド層9aは、第4強磁性ピンド層9cと反強磁性的に結合してその磁化方向が図示Y方向の反対方向に固定されている。

#### 【0084】

このように第1固定磁性層5の場合と同様に、第3、第4強磁性ピンド層9a、9cのそれぞれの磁気モーメントが相互に打ち消し合う関係にあるが、第3強磁性ピンド層9aが第4強磁性ピンド層9cより厚く形成されているので、第3強磁性ピンド層9aの磁化（磁気モーメント）が僅かに残存し、第2固定磁性層9全体の正味の磁化方向が図示Y方向の反対方向に固定される。

なお、第3強磁性ピンド層9aの膜厚を、第4強磁性ピンド層9cの膜厚より小としてもよい。

#### 【0085】

このように第1、第2固定磁性層5、9は、第1～第4強磁性ピンド層5a、5c、9a、9cがそれぞれ反強磁性的に結合し、かつ第2、第3強磁性ピンド層5c、9aの磁化がそれぞれ残存しており、人工的なフェリ磁性状態（synthetic ferri pinned; シンセティックフェリピンド）を示す層となる。

また、フリー磁性層7の磁化方向と第1、第2固定磁性層5、9の正味の磁化方向とが交叉する関係になる。

#### 【0086】

また、第1～第4強磁性ピンド層5a、5c、9a、9cは、NiFe合金、Co、CoNiFe合金、CoFe合金、CoNi合金等により形成されるものであり、特にCoより形成されることが好ましい。また、第1～第4強磁性ピンド層5a、5c、9a、9cは同一の材料で形成されることが好ましい。また第1、第2非磁性中間層5b、9bは、Ru、Rh、Ir、Cr、Re、Cuのうちの1種またはこれらの合金からなることが好ましく、特にRuにより形成されることが好ましい。

第1、第4強磁性ピンド層5a、9cの膜厚は1～2nmの範囲が好ましく、第2、第3強磁性ピンド層5c、9aの膜厚は2～3nmの範囲が好ましい。

また、第1、第2非磁性中間層5b、9bの膜厚は0.7～0.9nmの範囲

が好ましい。

【0087】

なお、第1、第2固定磁性層5、9はそれぞれ2つの強磁性層（第1～第4強磁性ピンド層5a、5c、9a、9c）により構成されているが、これに限られず、2以上の強磁性層により構成されていても良い。この場合には、これらの強磁性層の間に非磁性中間層がそれぞれ挿入されるとともに、隣接する強磁性層同士のそれぞれの磁化方向が反平行とされて全体がフェリ磁性状態とされていることが好ましい。

【0088】

このように、第1、第2固定磁性層5、9がいわゆる人工的なフェリ磁性状態（synthetic ferri pinned；シンセティックフェリピンド）の層であるので、第1、第2固定磁性層5、9の正味の磁化方向を強固に固定して第1、第2固定磁性層5、9を安定させることができる。

【0089】

第1、第2非磁性導電層6、8は、フリー磁性層7と第1、第2固定磁性層5、9との磁気的な結合を小さくさせるとともにセンス電流が主に流れる層であり、Cu、Cr、Au、Agなどに代表される導電性を有する非磁性材料より形成されることが好ましく、特にCuより形成されることが好ましい。

第1、第2非磁性導電層6、8の膜厚は、それぞれ2～2.5nmの範囲とすることが好ましい。

【0090】

第1、第2反強磁性層4、10は、PtMn合金で形成されていることが好ましい。PtMn合金は、従来から反強磁性層として使用されているNiMn合金やFeMn合金などに比べて耐食性に優れ、しかもブロッキング温度が高く、交換結合磁界も大きい。

また、第1、第2反強磁性層4、10は、XMn合金、PtX'Mn合金（ただし前記組成式において、XはPt、Pd、Ir、Rh、Ru、Osのなかから選択される1種を示し、X'はPd、Cr、Ru、Ni、Ir、Rh、Os、Au、Ag、Ne、Ar、Xe、Krのなかから選択される1種または2種以上を

示す) のいずれかより形成されていても良い。

【0091】

前記 PtMn 合金および前記 XMn の式で示される合金において、 Pt あるいは X が 37 ~ 63 原子% の範囲であることが望ましい。より好ましくは、 44 ~ 57 原子% の範囲である。

さらにまた、 PtX'Mn の式で示される合金において、 X' + Pt が 37 ~ 63 原子% の範囲であることが望ましい。より好ましくは、 44 ~ 57 原子% の範囲である。

第1、第2反強磁性層 4、10 の膜厚は、それぞれ 8 ~ 11 nm の範囲とすることが好ましい。

【0092】

第1、第2反強磁性層 4、10 として上記した適正な組成範囲の合金を使用し、これを磁場中熱処理することで、大きな交換結合磁界を発生する第1、第2反強磁性層 4、10 を得ることができ、この交換結合磁界によって第1、第2固定磁性層 5、9 の磁化方向を強固に固定できる。とくに、 PtMn 合金であれば、  $6.4 \times 10^4 \text{ A/m}$  を越える交換結合磁界を有し、交換結合磁界を失うブロッキング温度が 653 K (380°C) と極めて高い第1、第2反強磁性層 4、10 を得ることができる。

【0093】

また、第1反強磁性層 4 は、第1固定磁性層 5 やフリー磁性層 7 よりも図示 X 1 方向両側に突出して形成されている。そして、この第1反強磁性層 4 の突出部 4a、4a 上に、バイアス層 32、32 及びリード層 34、34 が順次積層されている。

そしてこの第1反強磁性層 4 の突出部 4a、4a とバイアス層 32、32 との間に、 Ta または Cr からなるバイアス下地層 31、31 が積層されている。例えば、非磁性金属であって体心立方構造 (bcc 構造) である Cr からなるバイアス下地層 31、31 上にバイアス層 32、32 を形成すると、バイアス層 32、32 の保磁力および角形比が大きくなり、フリー磁性層 7 の単磁区化に必要なバイアス磁界を増大させることができる。

## 【0094】

また、バイアス層32、32とリード層34、34との間にはTaまたはCrからなる中間層33、33が積層されている。リード層34、34としてCrを用いた場合は、Taの中間層33、33を設けることにより、後工程のレジスト硬化などの熱プロセスに対して拡散バリアーとして機能し、バイアス層32、32の磁気特性の劣化を防ぐことができる。また、リード層34、34としてTaを用いる場合は、Crの中間層33、33を設けることにより、Crの上に堆積するTaの結晶を、より低抵抗の体心立方構造としやすくする効果がある。

## 【0095】

また積層体12の図示X1方向両側に位置して下部絶縁層36.4（基板）から離れた側に一対の切欠部が形成され、これが一対のリード接続部40、40とされている。

リード接続部40、40は、第2固定磁性層9及び第2反強磁性層10の図示X1方向両側と、第2非磁性導電層8の一部のX1方向両側とに形成されている。

第2反強磁性層10及び第2固定磁性層9は、その図示X1方向（トラック幅方向）の幅が、フリー磁性層7の幅よりも狭幅とされている。

また、第2非磁性導電層8のうち第2固定磁性層9側の部分の幅も同様にフリー磁性層7の幅よりも狭幅とされている。

また、第2非磁性導電層8のフリー磁性層7側の部分は、フリー磁性層7の幅とほぼ同等とされており、図示X1方向に突出した突出部8a、8aを有している。

## 【0096】

このリード接続部40、40にはリード層34、34のオーバーレイ部34a、34aが接続されている。

リード層34、34は、積層体12のX1方向両側から積層体12の中央に向けてバイアス層32、32上を延出して積層体12の図示X1方向両端に被着し、オーバーレイ部34a、34aがリード接続部40、40に接続している。

またオーバーレイ部34a、34aは、図示X1方向において相互にTwの間隔をあけてリード接続部40、40に配置されている。この間隔Twがスピンドル

ルブ型薄膜磁気素子1の光学的なトラック幅となる。

【0097】

従ってリード接続部40、40においては、第2非磁性導電層8の突出部8a、8aが図示X1方向に延出しており、このためオーバーレイ部34a、34aが第2反強磁性層10を介することなくこの第2非磁性導電層8の突出部8a、8aに直接に接合している。また、オーバーレイ部34a、34aは突出部8a、8aによってフリー磁性層7から離間されている。

【0098】

各リード接続部40の図示X1方向（トラック幅方向）の幅Mは、0.03～0.5μmの範囲が好ましい。幅Mがこの範囲であれば、リード接続部40におけるリード層34と積層体12との接合面積を大きくすることができ、磁気抵抗効果に寄与しない接合抵抗を低減してセンス電流を積層体12に効率よく流すことができ、再生特性の向上を図ることができる。

【0099】

リード接続部40、40が切欠部とされ、リード層34、34がこの切欠部にはめ込まれる形で接続されるので、積層体12とリード層34、34との段差を小さくすることができ、これによりスピナルブ型薄膜磁気素子1のギャップ幅を小さくすることができ、また図3に示すようにこのスピナルブ型薄膜磁気素子1の上部に上部絶縁層366を積層した場合にはこの上部絶縁層366にピンホール等が生じるおそれがなく、スピナルブ型薄膜磁気素子1の絶縁性を高めることができる。

【0100】

積層体12の図示X<sub>1</sub>方向両側、即ちトラック幅方向両側には、例えばCoPt（コバルト白金）合金からなる一対のバイアス層32、32が形成されている。バイアス層32、32は、フリー磁性層7と同じ階層位置に位置してフリー磁性層7に隣接している。また、バイアス層32、32の上面32a、32aは、リード接続部40、40よりも下部絶縁層364（基板）側の位置で積層体12に接合している。また、バイアス層32、32はCoPt等の硬磁性体に限られるものではなく、反強磁性膜と強磁性膜の積層体からなる交換結合膜（エクスチ

エンジバイアス膜) であってもよい。

また、バイアス層32、32とリード層34、34との間には、中間層33、33が形成されている。中間層33、33は、第2非磁性導電層8の図示X1方向両側から突出部8a、8aに当接している。

従ってリード接続部40、40には、リード層34、34のみが接続される。

#### 【0101】

このスピナーバルブ型薄膜磁気素子1では、図1に示すようにセンス電流J(矢印J)は主に、オーバーレイ部34a、34aの先端34b、34bの近傍から積層体12に印加される。

従って、積層体12のなかで最もセンス電流が流れやすいのは、積層体12の中央であってオーバーレイ部34a、34aが被着されていない領域であり、この領域にセンス電流が集中するため、先に説明した磁気抵抗(MR)効果が実質的に大きくなり、磁気記録媒体の漏れ磁界の検出感度が高くなる。そこで、オーバーレイ部34a、34aが被着されていない領域を図1に示すように感度領域Sと称する。

一方、オーバーレイ部34a、34aが被着されている領域では、感度領域Sに比べてセンス電流が極めて小さくなり、これにより磁気抵抗(MR)効果が実質的に小さくなり、磁気記録媒体の漏れ磁界の検出感度が低下する。このようにオーバーレイ部34a、34aが被着された領域を不感度領域Nと称する。

#### 【0102】

リード層34、34の一部(オーバーレイ部34a、34a)を積層体12のトラック幅方向両端部上にあるリード接続部40、40に被着させることにより、実質的に磁気記録媒体からの記録磁界の再生に寄与する部分(感度領域S)と、実質的に磁気記録媒体からの記録磁界の再生に寄与しない部分(不感領域N)とが形成され、感度領域Sの幅がスピナーバルブ型薄膜磁気素子1の磁気的なトラック幅となり、狭トラック化に対応することが可能になる。

#### 【0103】

またオーバーレイ部34a、34aが、高比抵抗な第2反強磁性層10を介すことなく、直接にCuからなる低比抵抗な第2非磁性導電層8の突出部8aに

接合しているので、センス電流のうち、リード接続部40、40を介して積層体12に流れる成分を大きくすることができ、これにより他の分流成分を大幅に低減することができる。

とくに、リード層34、34からバイアス層32、32を介して第2反強磁性層10より下部絶縁層364（基板）側の積層体12に流れる分流成分が大幅に低減され、これにより不感領域Nに流れるセンス電流が小さくなる。

これによりセンス電流を、リード層34、34が被着されていない感度領域Sに集中させることができ、感度領域Sにおける電圧変化が向上し、スピナルブ型薄膜磁気素子1の出力特性を向上できる。

また、センス電流の分流成分が低減されるので、リード層34、34が被着形成されている不感領域Nでは磁気抵抗効果が実質的に発現せず、磁気記録媒体の記録トラックからの漏れ磁界を検出することができなく、これによりスピナルブ型薄膜磁気素子1のサイドリーディングを防止することができる。

#### 【0104】

なお、積層体12の感度領域Sは、マイクロトラックプロファイル法によりその範囲を決定することができる。即ち感度領域は、ある信号が記録された微小トラック上にスピナルブ型薄膜磁気素子1を走査させた場合に得られる再生出力のうち最大出力の50%以上の出力が得られた領域と定義することができる。

また積層体12の不感領域Nは、感度領域Sの両側であって、出力が最大出力の50%以下となる領域として定義することができる。

#### 【0105】

以下、マイクロトラックプロファイル法について、図4に基づいて説明する。

図4に示すように、磁気抵抗効果を発揮する積層体と、その両側に形成されたバイアス層と、このバイアス層上に形成されて積層体に被着したリード層とを有する、本発明に係るスピナルブ型薄膜磁気素子1を基板上に形成する。

#### 【0106】

次に、光学顕微鏡または電子顕微鏡によって、電極層が覆い被さっていない積層体の上面の幅寸法Aを測定する。この幅寸法Aは光学的方法によって測定されたトラック幅Tw（以下、光学的トラック幅寸法Tw）として定義される。

## 【0107】

そして、磁気記録媒体上に、微小トラックとして、所定の信号を記録しておき、スピナーバルブ型薄膜磁気素子1を、この微小トラック上でトラック幅方向に走査させて幅寸法Aと、再生出力との関係を測定する。あるいは、微小トラックが形成された磁気記録媒体側を、スピナーバルブ型薄膜磁気素子上にトラック幅方向に走査させて積層体の幅寸法Aと、再生出力との関係を測定してもよい。その測定結果は、図4の下側に示されている。

## 【0108】

この測定結果によると、積層体の中央付近では、再生出力が高くなり、前記積層体の側部付近では、再生出力が低くなることがわかる。この結果から、積層体の中央付近では、良好に磁気抵抗効果が発揮され、再生機能に関与するが、その両側部付近においては、磁気抵抗効果が悪化して再生出力が低く、再生機能が低下している。

## 【0109】

本発明では、最大再生出力に対して50%以上の再生出力が発生する積層体の幅寸法Bで形成された領域を感度領域Sと定義し、最大再生出力に対して50%以下の再生出力しか発生しない積層体の幅寸法Cを有して形成された領域を不感領域Nとして定義する。

図4に示すように感度領域Sは、実質的に磁気抵抗効果を示す領域であり、この感度領域Sの幅寸法Bが、磁気的なトラック幅寸法となる。

図4に示すように、感度領域Sのトラック幅（幅寸法B）は、光学的トラック幅Tw（寸法A）よりも若干大きいが、積層体全体の幅が零点数μm程度であることを鑑みると、その差は極めて小さく、実質的に同一とみなすことができる。

## 【0110】

次に、上記のスピナーバルブ型薄膜磁気素子1の製造方法を図面を参照して説明する。

この製造方法は、積層膜を形成する積層膜形成工程と、リフトオフレジストを形成するレジスト形成工程と、断面視略台形状の積層体を形成する積層体形成工程と、バイアス層を積層するバイアス層形成工程と、リード接続部形成工程と、

リード層形成工程とからなる。

### 【0111】

まず、積層膜形成工程では、図5に示したように、下部絶縁層364（基板）上に下地層3、第1反強磁性層4、第1強磁性ピンド層5a、第1非磁性中間層5b、第2強磁性ピンド層5c、第1非磁性導電層6、第1拡散防止層7a、強磁性自由層7b、第2拡散防止層7c、第2非磁性導電層8、第3強磁性ピンド層9a、第2非磁性中間層9b、第4強磁性ピンド層9c、第2反強磁性層10及び保護層11を順次積層して積層膜12aを形成する。

次にレジスト形成工程では、図5に示すように、積層膜12a上にリフトオフレジストLを形成する。リフトオフレジストLは、積層膜12aに接する当接面51とこの当接面51を挟む両側面52、52とを具備してなるものであり、また当接面51と両側面52、52の間であって当接面51のトラック幅方向両側には、一対の切込部53、53が設けられている。

### 【0112】

次に積層体形成工程では、図6に示すように、下部絶縁層364（基板）に対して角度 $\theta_1$ の方向からアルゴン等の不活性ガス元素のイオンビーム等（エッチング用粒子線）を積層膜12aに照射し、リフトオフレジストLの両側面52、52よりも図示X1方向外側（トラック幅方向外側）にある積層膜12aを第1反強磁性層4の途中までエッチングする。

このようにして断面観察台形状の積層体12を形成する。なお、積層体12の第1反強磁性層4は、この層の途中までエッチングされたことによってその一部が残存し、図示X1方向両側に延出する延出部4a、4aを有している。

### 【0113】

また、エッチングは、Arによるイオンミリングや、反応性イオンエッチング（RIE）等により行うことが好ましい。これらの方法は、エッチング用粒子線の直進性に優れており、エッチング用粒子線を特定の方向から照射できる。

また、イオンビーム等のエッチング用粒子線の照射方向を決める角度 $\theta_1$ は60~85°の範囲であることが好ましい。

角度 $\theta_1$ は、例えばイオンガンのグリッドと、下部絶縁層364とのなす角度

を調整することにより規定することができる。

【0114】

このように、角度 $\theta_1$ からエッティング用粒子線を照射することにより、積層膜12aに対して異方性エッティングを行うことができ、リフトオフレジストLの両側面52、52より外側にある積層膜12aをエッティングして略台形状の積層体12を形成することができる。

【0115】

次にバイアス層形成工程においては、図7に示すように、下部絶縁層364（基板）に対して角度 $\theta_2$ （ただし $\theta_2 > \theta_1$ ）の方向からスパッタ粒子を積層体12の両側に堆積することにより、バイアス下地層31とバイアス層32を積層する。バイアス下地層31及びバイアス層32は、積層体12の両側であって第1反強磁性層4の延出部4a、4a上に積層する。また、バイアス層32、32は、少なくともフリー磁性層7と同じ階層位置まで積層することが好ましく、図7においては、バイアス層32の上面32aがフリー磁性層7と第2非磁性導電層8の接合部と同じ位置になるようにバイアス層32を積層する。

また、スパッタ粒子の堆積の際には、リフトオフレジストLに対してもスパッタ粒子の堆積が起き、リフトオフレジストL上に、バイアス下地層31及びバイアス層32と同じ組成の層31'、32'が形成する。

【0116】

次に図8に示すように、下部絶縁層364（基板）に対して角度 $\theta_1$ の方向からスパッタ粒子をバイアス層32、32上に堆積することによって中間層33、33を積層する。中間層33、33は、保護層11と同じ階層位置まで積層することが好ましく、図8においては、中間層33の上面が積層体12の保護層11の上面と同じ位置になる。

また、スパッタ粒子の堆積の際には、リフトオフレジストLに対してもスパッタ粒子の堆積が起き、リフトオフレジストL上に、中間層33と同じ組成の層33'が形成する。

【0117】

スパッタ粒子の堆積は、イオンビームスパッタ法、ロングスロースパッタ法、

コリメーションスパッタ法のいずれかまたはそれらを組み合わせたスパッタ法により行なうことが好ましい。これらの方法は、スパッタ粒子の直進性に優れており、スパッタ粒子を特定の方向から照射できる。

## 【0118】

角度 $\theta_2$ は70～90°の範囲であることが好ましい。

角度 $\theta_2$ は角度 $\theta_1$ より大きくすること、即ち下部絶縁層364表面に対して角度 $\theta_2$ を角度 $\theta_1$ より鈍角にすることが好ましい。

角度 $\theta_1$ 及び角度 $\theta_2$ は、例えばスパッタ用ターゲットの表面と、下部絶縁層364とのなす角度を調整することにより規定することができる。

## 【0119】

このようにスパッタ粒子を角度 $\theta_2$ の方向から堆積することにより、バイアス下地層31、31及びバイアス層32、32を、リフトオフレジストLの両側面52、52の図示X1方向外側のみに積層することができ、またバイアス層32、32を積層体12の両側面に乗り上げさせることなくフリー磁性層7と同じ階層位置に形成することができる。

また、中間層33の形成を、角度 $\theta_1$ の方向からスパッタ粒子を堆積して行うことにより、中間層33、33を積層体12の保護層11の上面と同じ位置まで形成することができる。

## 【0120】

次に、リード接続部形成工程では、図9に示すように、下部絶縁層364（基板）に対して角度 $\theta_3$ （ただし $\theta_2 > \theta_3$ ）の方向から別のアルゴン等の不活性ガス元素のイオンビーム（エッティング用粒子線）を照射する。これにより、一対の切込部53、53に対応する位置にある保護層11、第2反強磁性層10、第2固定磁性層9及び第2非磁性導電層8の一部がエッティングされて積層体12の図示X1方向両端が切欠部とされ、一対のリード接続部40、40が形成される。

このとき、第2非磁性導電層8の一部がエッティングされることにより、トラック幅方向両側に延出する延出部8a、8aが形成される。

またこのとき、中間層33も同時にエッティングされ、その上面が第2非磁性導電層8の延出部8a、8aの上面と同じ階層位置までエッティングされる。

## 【0121】

また、エッティングは、Arによるイオンミリングや、反応性イオンエッティング(RIE)等により行なうことが好ましい。これらの方法は、エッティング用粒子線の直進性に優れており、エッティング用粒子線を特定の方向から照射できる。

また、イオンビーム等のエッティング用粒子線の照射方向を決める角度 $\theta_3$ は40~70°の範囲であることが好ましい。

角度 $\theta_3$ は角度 $\theta_1$ や角度 $\theta_2$ より小さくすること、即ち下部絶縁層364表面に対して角度 $\theta_3$ を角度 $\theta_1$ や角度 $\theta_2$ より鋭角にすることが好ましい。

角度 $\theta_3$ は、例えばイオンガンのグリッドと、下部絶縁層364とのなす角度を調整することにより規定することができる。

## 【0122】

このように、角度 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ より鋭角な角度 $\theta_3$ の方向からスパッタ粒子を照射することにより、リフトオフレジストLの切込部53、53に対応する位置にある積層体12までスパッタ粒子を照射することができ、積層体12の一部に切欠部を設けてリード接続部40、40を形成することができる。

## 【0123】

また、各リード接続部40の図示X1方向の幅Mは、リフトオフレジストLの各切込部53の図示X1方向の幅M'により規定される。図8においては、リード接続部40の図示X1方向の幅Mは、切込部53の図示X1方向の幅M'よりも若干大きくなっているが、積層体12全体の幅が零点数μm程度であることを鑑みると、幅Mと幅M'の差は小さく、実質的に同一であるとみなすことができる。従って、リード接続部40の図示X1方向の幅Mを、切込部53の図示X1方向の幅M'によって規定できるので、リード接続部40の図示X1方向の幅寸法を精密に制御することができ、リード接続部40におけるリード層34の接触面積を制御してセンス電流を効率よく積層体12に印加できるように構成することができる。

## 【0124】

更に、エッティングの際に積層体12から叩き出されたスパッタ粒子種を2次イオン質量スペクトル分析法により分析してエッティングの終点を検出することが好

ましい。

例えば第3強磁性ピンド層9aをFeNi合金、第2非磁性導電層をCuでそれぞれ構成した場合は、エッティングを行うことにより、第3強磁性ピンド層9aを構成するFe、Niのスパッタ粒子が叩き出された後に、第2非磁性導電層8を構成するCuが叩き出されるので、2次イオン質量スペクトル分析法によりCuを検出してから所定の時間経過後にエッティングを停止すれば、第2非磁性導電層8の一部までエッティングした時点でリード接続部40の形成を止めることができる。

これにより、リード接続部40形成時のエッティングの精度を高くすることができます、リード接続部40、40を精度良く形成できる。

#### 【0125】

そして、リード層形成工程では、図10に示すように、下部絶縁層364（基板）に対して角度 $\theta_3$ の方向から更に別のスパッタ粒子を堆積することにより、リード層34、34を積層する。

リード層34、34は、中間層33、33及び第2非磁性導電層8の延出部8a、8a上に積層される。このようにして、積層体12のX1方向両側から積層体12の中央に延出し、リード接続部40、40にてこの積層体12に接続するリード層34、34が形成される。

また、スパッタ粒子の堆積の際には、リフトオフレジストLに対してもスパッタ粒子の堆積が起き、リフトオフレジストL上に、リード層34と同じ組成の層34'が形成する。

#### 【0126】

スパッタ粒子の堆積は、イオンビームスパッタ法、ロングスロースパッタ法、コリメーションスパッタ法のいずれかまたはそれらを組み合わせたスパッタ法により行なうことが好ましい。これらの方法は、スパッタ粒子の直進性に優れており、スパッタ粒子を特定の方向から照射できる。

また、スパッタ粒子の照射方向を決める角度 $\theta_3$ はリード接続部形成工程の際におけるイオンビームの照射角度とほぼ同じにすることが好ましい。

角度 $\theta_3$ は、例えばスパッタ用ターゲットの表面と、下部絶縁層364とのな

す角度を調整することにより規定することができる。

【0127】

このように、角度  $\theta_3$  からスパッタ粒子を堆積することにより、リフトオフレジスト L の切込部 53、53 に対応する位置にあるリード接続部 40、40 上にリード層 34、34 を積層することができ、リード層 34、34 のオーバーレイ部 34a、34a を第2非磁性導電層 8 の延出部 8a、8a に直接に接合させることができる。

【0128】

最後に、リフトオフレジスト L を除去し、磁場中アニール処理等を行って第1、第2反強磁性層 4、10 に交換結合磁界を発現させて第1、第2固定磁性層 5、9 の磁化方向を固定するとともに、バイアス層 32、32 にバイアス磁界を発現させてフリー磁性層 7 の磁化方向を図示 X1 方向に揃えさせることにより、図 1 に示すようなスピナバルブ型薄膜磁気素子 1 が得られる。

【0129】

上記のスピナバルブ型薄膜磁気素子 1 の製造方法によれば、角度  $\theta_1$  の方向からイオンビーム等のエッティング用粒子線を照射して断面視略台形状の積層体 12 を形成し、更に角度  $\theta_3$  ( $\theta_1 > \theta_3$ ) の方向から別のスパッタ粒子を照射して、リフトオフレジスト L の切込部 53、53 に対応する位置に一対のリード接続部 40、40 を形成するので、1つのリフトオフレジスト L によって積層体 12 の形成とリード接続部 40、40 の形成を行うことができ、スピナバルブ型薄膜磁気素子 1 の製造工程を短縮化することができる。

【0130】

次に、上記のスピナバルブ型薄膜磁気素子 1 の他の製造方法を図面を参照して説明する。

この他の製造方法が先の製造方法と異なる点は、積層体の形成及びリード接続部の形成を、別個のリフトオフレジストにより行う点である。

この他の製造方法は、積層膜を形成する積層膜形成工程と、第1リフトオフレジストを形成する第1レジスト形成工程と、断面視略台形状の積層体を形成する積層体形成工程と、バイアス層を積層するバイアス層形成工程と、第2リフトオ

フレジストを形成する第2レジスト形成工程と、リード接続部形成工程と、リード層形成工程とから構成されている。

#### 【0131】

まず図11に示すように、積層膜形成工程では、図5で説明したのと同様にして下地層3から保護層11までを順次積層して積層膜12aを形成する。

次に第1レジスト形成工程では、図11に示すように、積層膜12a上に第1リフトオフレジストL1を形成する。第1リフトオフレジストL1は、積層膜12aに接する当接面54とこの当接面54を挟む両側面55、55とを具備してなるものであり、また当接面54と両側面55、55の間であって当接面54のトラック幅方向両側には、一対の切込部56、56が設けられている。

#### 【0132】

両側面55、55の図示X1方向の間隔は、先の製造方法にて用いたリフトオフレジストLの両側面52、52の間隔とほぼ同等とされ、また当接面54の図示X1方向の幅は、先の製造方法にて用いたリフトオフレジストLの当接面51の幅より大とされている。

従って第1リフトオフレジストL1の切込部56、56の図示X1方向の幅は、先の製造方法にて用いたリフトオフレジストLの切込部53、53の幅より小とされている。

#### 【0133】

次に積層体形成工程では、図12に示すように、下部絶縁層364（基板）に対して角度 $\theta_4$ の方向からイオンビーム等のエッチング用粒子線を積層膜12aに照射し、第1リフトオフレジストL1の両側面55、55よりも図示X1方向外側（トラック幅方向外側）にある積層膜12aを第1反強磁性層4の途中までエッチングする。

このようにして断面観察台形状の積層体12を形成する。なお、積層体12の第2反強磁性層4は、この層の途中までエッチングされたことによってその一部が残存し、図示X1方向両側に延出する延出部4a、4aを有している。

#### 【0134】

また、エッチングは、Arによるイオンミリングや、反応性イオンエッチング

(R I E) 等により行なうことが好ましい。これらの方法は、エッチング用粒子線の直進性に優れており、エッチング用粒子線を特定の方向から照射できる。

また、イオンビーム等のエッチング用粒子線の照射方向を決める角度  $\theta_4$  は  $50 \sim 85^\circ$  の範囲であることが好ましい。

角度  $\theta_4$  は、例えばイオンガンのグリッドと、下部絶縁層 364 とのなす角度を調整することにより規定することができる。

#### 【0135】

このように、角度  $\theta_4$  からエッチング用粒子線を照射することにより、積層膜 12a に対して異方性エッチングを行うことができ、第1リフトオフレジスト L1 の両側面 55、55より外側にある積層膜 12a をエッチングして略台形状の積層体 12 を形成することができる。

#### 【0136】

次にバイアス層形成工程においては、図13に示すように、下部絶縁層 364 (基板) に対して角度  $\theta_5$  (ただし  $\theta_5 > \theta_4$ ) の方向からスパッタ粒子を積層体 12 の図示 X1 方向両側に堆積することにより、バイアス下地層 31 とバイアス層 32 とを積層する。バイアス下地層 31 及びバイアス層 32 は、積層体 12 の両側であって第1反強磁性層 4 の延出部 4a、4a 上に積層する。また、バイアス層 32、32 は、少なくともフリー磁性層 7 と同じ階層位置まで積層することが好ましく、図13においては、バイアス層 32 の上面 32a がフリー磁性層 7 と第2非磁性導電層 8 の接合部と同じ位置になるようにバイアス層 32 を積層する。

また、スパッタ粒子の堆積の際には、第1リフトオフレジスト L1 に対してもスパッタ粒子の堆積が起き、第1リフトオフレジスト L1 上に、バイアス下地層 31 及びバイアス層 32 と同じ組成の層 31'、32' が形成する。

#### 【0137】

次に図14に示すように、下部絶縁層 364 (基板) に対して角度  $\theta_4$  の方向からスパッタ粒子をバイアス層 32、32 上に堆積することによって中間層 33、33 を積層する。中間層 33、33 は、保護層 11 と同じ階層位置まで積層することが好ましく、図14においては、中間層 33 の上面が積層体 12 の保護層

11の上面と同じ位置になる。

また、スパッタ粒子の堆積の際には、第1リフトオフレジストL1に対してもスパッタ粒子の堆積が起き、第1リフトオフレジストL1上に、中間層33と同じ組成の層33'が形成する。

#### 【0138】

スパッタ粒子の堆積は、イオンビームスパッタ法、ロングスロースパッタ法、コリメーションスパッタ法のいずれかまたはそれらを組み合わせたスパッタ法により行なうことが好ましい。これらの方法は、スパッタ粒子の直進性に優れており、スパッタ粒子を特定の方向から照射できる。

#### 【0139】

角度 $\theta_5$ は60～90°の範囲であることが好ましい。

角度 $\theta_5$ は角度 $\theta_4$ より大きくすること、即ち下部絶縁層364表面に対して角度 $\theta_5$ を角度 $\theta_4$ より鈍角にすることが好ましい。

角度 $\theta_4$ 及び角度 $\theta_5$ は、例えばスパッタ用ターゲットの表面と、下部絶縁層364とのなす角度を調整することにより規定することができる。

#### 【0140】

このようにスパッタ粒子を角度 $\theta_5$ の方向から堆積することにより、バイアス下地層31、31及びバイアス層32、32を、第1リフトオフレジストL1の両側面55、55の図示X1方向外側のみに積層することができ、またバイアス層32、32を積層体12の両側面に乗り上げさせることなくフリー磁性層7と同じ階層位置に形成することができる。

また、中間層33、33の形成を、角度 $\theta_4$ の方向からスパッタ粒子を堆積して行なうことにより、中間層33、33を積層体12の保護層11の上面と同じ位置まで形成することができる。

#### 【0141】

次に第2レジスト形成工程では、図15に示すように、第1リフトオフレジストL1を除去した後に、積層体12上に第2リフトオフレジストL2を形成する。第2リフトオフレジストL2は、積層体12に接する当接面57とこの当接面57を挟む両側面58、58とを具備してなるものであり、また当接面57と両

側面58、58の間であって当接面57の図示X1方向両側には、一対の切込部59、59が設けられている。

当接面57の図示X1方向の幅は、第1リフトオフレジストL1の当接面54の幅より小とされている。

#### 【0142】

次に、リード接続部形成工程では、図16に示すように、下部絶縁層364（基板）に対して角度 $\theta_6$ の方向から別のスパッタ粒子を照射する。これにより、第2リフトオフレジストL2の両側面58、58より外側に位置する保護層11、第2反強磁性層10、第2固定磁性層9及び第2非磁性導電層8の一部がエッティングされて積層体12の図示X1方向両端が一対の切欠部とされ、一対のリード接続部40、40が形成される。

このとき、第2非磁性導電層8の一部がエッティングされることにより、フリー磁性層7上にトラック幅方向両側に延出する延出部8a、8aが形成される。

またこのとき、中間層33も同時にエッティングされ、その上面が第2非磁性導電層8の延出部8a、8aの上面と同じ階層位置までエッティングされる。

#### 【0143】

また、エッティングは、Arによるイオンミリングや、反応性イオンエッティング（RIE）等により行なうことが好ましい。これらの方法は、エッティング用粒子線の直進性に優れており、エッティング用粒子線を特定の方向から照射できる。

また、エッティング用粒子線の照射方向を決める角度 $\theta_6$ は50～90°の範囲であることが好ましい。

角度 $\theta_6$ は、例えばイオンガンのグリッドと、下部絶縁層364とのなす角度を調整することにより規定することができる。

#### 【0144】

このように、角度 $\theta_6$ からエッティング用粒子線を照射することにより、積層体12に対して異方性エッティングを行うことができ、第2リフトオフレジストL2の両側面58、58より外側にある積層体12の図示X1方向両端をエッティングにより切欠部として、リード接続部40、40を形成することができる。

#### 【0145】

各リード接続部40の図示X1方向の幅Mは、図示X1方向における積層体12の側面の位置と第2リフトオフレジストL2の側面58の位置との相対距離により規定される。

積層体12の側面の位置は、積層体形成工程の際に第1リフトオフレジストL1の側面55の位置により決められる。従って、リード接続部40の幅Mは、第1リフトオフレジストL1の両側面と第2リフトオフレジストL2のそれぞれの両側面の間隔を調整することによって規定できるので、リード接続部40の図示X1方向の幅寸法を精密に制御することができ、リード接続部40におけるリード層34の接触面積を制御してセンス電流を効率よく積層体12に印加できるように構成することができる。

#### 【0146】

更に、先の製造方法と同様に、エッティングの際に積層体12から叩き出されたスパッタ粒子種を2次イオン質量スペクトル分析法により分析してエッティングの終点を検出することが好ましい。

例えば第3強磁性ピンド層9aをFeNi合金、第2非磁性導電層8をCuでそれぞれ構成した場合は、エッティングを行うことにより、第3強磁性ピンド層9aを構成するFe、Niのスパッタ粒子が叩き出された後に第2非磁性導電層8を構成するCuが叩き出されるので、2次イオン質量スペクトル分析法によりCuを検出してから所定の時間経過後にエッティングを停止すれば、第2非磁性導電層8の一部までエッティングした時点でリード接続部40の形成を止めることができる。

これにより、リード接続部40形成時のエッティングの精度を高くすることができ、リード接続部40、40を精度良く形成できる。

#### 【0147】

そして、リード層形成工程では、図17に示すように、下部絶縁層364（基板）に対して角度 $\theta_6$ の方向から更に別のスパッタ粒子を堆積することにより、リード層34、34を積層する。

リード層34、34は、中間層33、33及び第2非磁性導電層8の延出部8a、8a上に積層される。このようにして、積層体12のX1方向両側から積層

体12の中央に延出し、リード接続部40、40にてこの積層体12に接続するリード層34、34が形成される。

#### 【0148】

スパッタ粒子の堆積は、イオンビームスパッタ法、ロングスロースパッタ法、コリメーションスパッタ法のいずれかまたはそれらを組み合わせたスパッタ法により行なうことが好ましい。これらの方法は、スパッタ粒子の直進性に優れており、スパッタ粒子を特定の方向から照射できる。

また、スパッタ粒子の照射方向を決める角度 $\theta_6$ はリード接続部形成工程の際におけるスパッタ粒子の照射角度とほぼ同じにすることが好ましいが、異なる角度で成膜されても良い。

角度 $\theta_6$ は、例えばスパッタ用ターゲットの表面と、下部絶縁層364とのなす角度を調整することにより規定することができる。

#### 【0149】

このように、角度 $\theta_6$ からスパッタ粒子を堆積することにより、第2リフトオフレジストL2の両側面58、58より図示X1方向両側にあるリード接続部40、40上にリード層34、34を積層することができ、リード層34、34のオーバーレイ部34a、34aを第2非磁性導電層8の延出部8a、8aに直接に接合させることができる。

#### 【0150】

最後に、第2リフトオフレジストL2を除去し、磁場中アニール処理等を行って第1、第2反強磁性層4、10に交換結合磁界を発現させて第1、第2固定磁性層5、9の磁化方向を固定するとともに、バイアス層32、32にバイアス磁界を発現させてフリー磁性層7の磁化方向を図示X1方向に揃えさせることにより、図1に示すようなスピナバルブ型薄膜磁気素子1が得られる。

#### 【0151】

上記のスピナバルブ型薄膜磁気素子1の他の製造方法によれば、第1リフトオフレジストL1を用いて断面視略台形状の積層体12を形成し、第2リフトオフレジストL2を用いてリード接続部40、40を形成するので、積層体12のトラック幅方向の幅と、リード接続部40、40のトラック幅方向の幅をそれぞれ

正確に制御することができ、狭トラック幅でサイドリーディング発生確率が低いスピンドル型薄膜磁気素子1を容易に製造することができる。

【0152】

(第2の実施形態)

次に、本発明の第2の実施形態を図面を参照にして説明する。

図18に、本発明の第2の実施形態であるスピンドル型薄膜磁気素子101を磁気記録媒体側からみた断面模式図を示す。

【0153】

図18に示すスピンドル型薄膜磁気素子101は、第1の実施形態のスピンドル型薄膜磁気素子1と同様に薄膜磁気ヘッドを構成し、この薄膜磁気ヘッドはインダクティブヘッドとともに浮上式磁気ヘッドを構成する。

【0154】

このスピンドル型薄膜磁気素子101は、第1の実施形態のスピンドル型薄膜磁気素子1と同様に、フリー磁性層7の厚さ方向両側に、第1、第2非磁性導電層6、108、第1、第2固定磁性層5、109、第1、第2反強磁性層4、110が順次積層されてなるデュアルスピンドル薄膜磁気素子である。

【0155】

即ちこのスピンドル型薄膜磁気素子101は、下部絶縁層364に積層された下地層3上に、第1反強磁性層4、第1固定磁性層5、第1非磁性導電層6、フリー磁性層7、第2非磁性導電層108、第2固定磁性層109（一部が狭幅な固定磁性層）、第2反強磁性層110（狭幅の反強磁性層）及び保護層111が順次積層されて構成されている。

このように下地層3から保護層111間での各層が順次積層されて断面視略台形状の積層体112が形成されている。

またこのスピンドル型薄膜磁気素子101は、積層体112の両側に形成されてフリー磁性層7の磁化を揃えるCoPt合金等からなる一対のバイアス層132、132と、このバイアス層132、132上に形成されて検出電流を積層体112に与えるCu、Au、Ta、Cr、W、Rh等からなる一対のリード層134、134が備えられている。

## 【0156】

このスピナバルブ型薄膜磁気素子101が先に説明した第1の実施形態のスピナバルブ型薄膜磁気素子1と異なる点は、保護層111と第2反強磁性層110と第4強磁性ピンド層109c及び第2非磁性中間層109bのトラック幅方向両端がそれぞれ切欠部とされてこれらの層のトラック幅方向両側にリード接続部140、140が形成され、このリード接続部140、140にリード層134、134のオーバーレイ部134a、134aが接続されている点である。

## 【0157】

従って、本実施形態のスピナバルブ型薄膜磁気素子101を構成する下地層3、第1反強磁性層4、第1固定磁性層5、フリー磁性層7及びバイアス下地層31、31は、第1実施形態の下地層3、第1反強磁性層4、第1固定磁性層5、フリー磁性層7及びバイアス下地層31、31と同じ構成であるので、その説明を省略する。

## 【0158】

第2固定磁性層109は、第3強磁性ピンド層109aと、第2非磁性中間層109bと、第4強磁性ピンド層109cとが積層されて構成されている。第3強磁性ピンド層109aの膜厚は、第4強磁性ピンド層109cの膜厚より大とされている。

また、第4強磁性ピンド層109及び第2非磁性中間層109bは、その図示X1方向の幅が、第3強磁性ピンド層109aの幅よりも狭幅とされている。

このようにして、第2固定磁性層109の一部がフリー磁性層7よりも狭幅に形成されている。

そして第4強磁性ピンド層109cの磁化方向は、第2反強磁性層110との交換結合磁界によって図示Y方向に固定され、また第3強磁性ピンド層109aは、第4強磁性ピンド層109cと反強磁性的に結合してその磁化方向が図示Y方向の反対方向に固定されている。

## 【0159】

第3、第4強磁性ピンド層109a、109cのそれぞれの磁気モーメントが相互に打ち消し合う関係にあるが、第3強磁性ピンド層109aが第4強磁性ピ

ンド層109cより厚く形成されているので、第3強磁性ピンド層109aの磁化（磁気モーメント）が僅かに残存し、第2固定磁性層109全体の正味の磁化方向が図示Y方向の反対方向に固定される。

#### 【0160】

従って第2固定磁性層109は、第3、第4強磁性ピンド層109a、109cがそれぞれ反強磁性的に結合して第3強磁性ピンド層109aの磁化が残存するので、人工的なフェリ磁性状態 (synthetic ferri pinned; シンセティックフェリピンド) を示す層となる。

また、フリー磁性層7の磁化方向と第2固定磁性層109の正味の磁化方向とが交叉する関係になる。

#### 【0161】

また、第3、第4強磁性ピンド層109a、109cは、NiFe合金、Co、CoNiFe合金、CoFe合金、CoNi合金等により形成されるものであり、特にCoより形成されることが好ましい。また、第3、第4強磁性ピンド層109a、109cは同一の材料で形成されることが好ましい。また第2非磁性中間層109bは、Ru、Rh、Ir、Cr、Re、Cuのうちの1種またはこれらの合金からなることが好ましく、特にRuによりなることが好ましい。

第4強磁性ピンド層109cの膜厚は1~2nmの範囲が好ましく、第3強磁性ピンド層109aの膜厚は2~3nmの範囲が好ましい。

また、第2非磁性中間層109bの膜厚は0.7~0.9nmの範囲が好ましい。

#### 【0162】

なお、第2固定磁性層109は2つの強磁性層（第3、第4強磁性ピンド層109a、109c）により構成されているが、これに限らず、2以上の強磁性層により構成されていても良い。この場合には、これらの強磁性層の間に非磁性中間層がそれぞれ挿入されるとともに、隣接する強磁性層同士のそれぞれの磁化方向が反平行とされて全体がフェリ磁性状態とされていることが好ましい。

#### 【0163】

このように、第2固定磁性層109がいわゆる人工的なフェリ磁性状態 (synt

hetic ferri pinned; シンセティックフェリピンド) の層であるので、第2固定磁性層109の磁化方向を強固に固定して第2固定磁性層109を安定させることができる。

#### 【0164】

第2非磁性導電層108は、フリー磁性層7と第1、第2固定磁性層5、109との磁気的な結合を小さくさせるとともにセンス電流が主に流れる層であり、Cu、Cr、Au、Agなどに代表される導電性を有する非磁性材料より形成されることが好ましく、特にCuより形成されることが好ましい。

#### 【0165】

第2反強磁性層110は、PtMn合金で形成されていることが好ましい。PtMn合金は、従来から反強磁性層として使用されているNiMn合金やFeMn合金などに比べて耐食性に優れ、しかもブロッキング温度が高く、交換結合磁界も大きい。

また、第2反強磁性層110は、XMn合金、PtX'Mn合金（ただし前記組成式において、XはPt、Pd、Ir、Rh、Ru、Osのなかから選択される1種を示し、X'はPd、Cr、Ru、Ni、Ir、Rh、Os、Au、Ag、Ne、Ar、Xe、Krのなかから選択される1種または2種以上を示す）のいずれかより形成されていても良い。

#### 【0166】

前記PtMn合金および前記XMnの式で示される合金の組成は、第1の実施形態で説明した第2反強磁性層10の組成と同一である。

第2反強磁性層110として適正な組成範囲の合金を使用し、これを磁場中熱処理することで、大きな交換結合磁界を発生する第2反強磁性層110を得ることができ、この交換結合磁界によって第2固定磁性層109の磁化方向を強固に固定できる。とくに、PtMn合金であれば、 $6.4 \times 10^4$  A/mを越える交換結合磁界を有し、交換結合磁界を失うブロッキング温度が653K (380°C) と極めて高い第2反強磁性層110を得ることができる。

#### 【0167】

また、第1反強磁性層4は、第1固定磁性層5やフリー磁性層7よりも図示X

1方向両側に突出して形成されている。そして、この第1反強磁性層4の突出部4a、4a上に、バイアス層132、132及びリード層134、134が順次積層されている。

そしてこの第1反強磁性層4の突出部4a、4aとバイアス層132、132との間に、TaまたはCrからなるバイアス下地層31、31が積層されている。Crからなるバイアス下地層31、31上にバイアス層132、132を形成すると、バイアス層132、132の保磁力および角形比が大きくなり、フリー磁性層7の単磁区化に必要なバイアス磁界を増大させることができる。

#### 【0168】

また、バイアス層132、132とリード層134、134との間にはTaまたはCrからなる中間層133、133が積層されている。リード層134、134としてCrを用いた場合は、Taの中間層133、133を設けることにより、後工程のレジスト硬化などの熱プロセスに対して拡散バリアーとして機能し、バイアス層132、132の磁気特性の劣化を防ぐことができる。また、リード層134、134としてTaを用いる場合は、Crの中間層133、133を設けることにより、Crの上に堆積するTaの結晶を、より低抵抗の体心立方構造としやすくする効果がある。

#### 【0169】

また積層体112の図示X1方向両側に位置して下部絶縁層364（基板）から離れた側に一対の切欠部が形成され、この切欠部が一対のリード接続部140、140とされている。

リード接続部140、140は、第2固定磁性層109の一部及び第2反強磁性層110の図示X1方向両側に形成されている。

第2反強磁性層110は、その図示X1方向（トラック幅方向）の幅が、フリー磁性層7の幅よりも狭幅とされ、この第2反強磁性層110の図示X1方向両側にリード接続部140、140が形成されている。

また、第2固定磁性層109は、第4強磁性ピンド層109c及び第2非磁性中間層109bの図示X1方向（トラック幅方向）の幅が、フリー磁性層7の幅よりも狭幅とされている。従って第2固定磁性層109は、その一部がフリー磁

性層7の幅よりも狭幅とされ、この第2固定磁性層109の一部の図示X1方向両側にリード接続部140、140が形成されている。

#### 【0170】

このリード接続部140、140にはリード層134、134のオーバーレイ部134a、134aが接続されている。

リード層134、134は、積層体112のX1方向両側から積層体112の中央に向けてバイアス層132、132上を延出して積層体112の図示X1方向両端に被着し、オーバーレイ部134a、134aがリード接続部140、140に接続している。

#### 【0171】

従ってリード接続部140、140においては、第3強磁性ピンド層109aが図示X1方向に延出し、このためオーバーレイ部134a、134aが第2反強磁性層110を介することなくこの第3強磁性ピンド層109aに直接に接合している。

リード接続部140、140が切欠部とされ、リード層134、134がこの切欠部にはめ込まれる形で接続されるので、積層体112とリード層134、134との段差を小さくすることができ、これによりスピナバルブ型薄膜磁気素子101のギャップ幅を小さくすることができ、また図3に示すようにこのスピナバルブ型薄膜磁気素子101の上部に上部絶縁層366を積層した場合にはこの上部絶縁層366にピンホール等が生じるおそれがなく、スピナバルブ型薄膜磁気素子101の絶縁性を高めることができる。

#### 【0172】

各リード接続部140の図示X1方向（トラック幅方向）の幅Mは、0.03～0.5μmの範囲が好ましい。幅Mがこの範囲であれば、リード接続部140におけるリード層134と積層体112との接合面積を大きくすることができ、磁気抵抗効果に寄与しない接合抵抗を低減してセンス電流を積層体112に効率よく流すことができ、再生特性の向上を図ることができる。

#### 【0173】

積層体112の図示X<sub>1</sub>方向両側、即ちトラック幅方向両側には、例えばC。

Pt (コバルト白金) 合金からなる一対のバイアス層132、132が形成されている。バイアス層132、132は、フリー磁性層7と同じ階層位置に位置してフリー磁性層7に隣接している。また、バイアス層132、132の上面132a、132aは、リード接続部140、140よりも下部絶縁層364 (基板) 側の位置で積層体112に接合している。また、バイアス層132、132はCoPt等の硬磁性体に限られるものではなく、反強磁性膜と強磁性膜の積層体からなる交換結合膜 (エクスチェンジバイアス膜) であってもよい。

また、バイアス層132、132とリード層134、134との間には、中間層133、133が形成されている。中間層は133、133は、積層体112の図示X1方向両側から第3強磁性ピンド層109aに当接している。

従ってリード接続部140、140には、リード層134、134のみが接続される。

#### 【0174】

このスピナバルブ型薄膜磁気素子101では、リード層134、134から積層体112に検出電流 (センス電流) が与えられ、磁気記録媒体からの漏れ磁界がY方向に与えられると、フリー磁性層7の磁化方向がX1方向からY方向へ向けて変化する。このフリー磁性層7の磁化方向の変動と、第1、第2固定磁性層5、109の磁化方向との関係で電気抵抗値が変化し (これを磁気抵抗 (MR) 効果という)、この電気抵抗値の変化に基づく電圧変化により、磁気記録媒体からの漏れ磁界が検出される。

#### 【0175】

このスピナバルブ型薄膜磁気素子101では、図18に示すようにセンス電流J (矢印J) が主に、オーバーレイ部134a、134aの先端134b、134bの近傍から積層体112に印加される。

従って、積層体112のなかで最もセンス電流が流れやすいのは、オーバーレイ部134a、134aが被着されていない領域であり、この領域にセンス電流が集中するため、先に説明した磁気抵抗 (MR) 効果が実質的に大きくなり、磁気記録媒体の漏れ磁界の検出感度が高くなる。そこで、オーバーレイ部134a、134aが被着されていない領域を第1の実施形態と同様に感度領域Sと称す

る。

一方、オーバーレイ部134a、134aが被着されている領域では、感度領域Sに比べてセンス電流が極めて小さくなり、これにより磁気抵抗(MR)効果が実質的に小さくなり、磁気記録媒体の漏れ磁界の検出感度が低下する。このオーバーレイ部134a、134aが被着された領域を、第1の実施形態と同様に不感度領域Nと称する。

#### 【0176】

リード層134、134の一部（オーバーレイ部134a、134a）を積層体112のトラック幅方向両端部上にあるリード接続部140、140に被着させることにより、実質的に磁気記録媒体からの記録磁界の再生に寄与する部分（感度領域S）と、実質的に磁気記録媒体からの記録磁界の再生に寄与しない部分（不感領域N）とが形成され、感度領域Sの幅がスピナルブ型薄膜磁気素子101の磁気的なトラック幅となり、狭トラック化に対応することができる。

#### 【0177】

またオーバーレイ部134a、134aが、高比抵抗な第2反強磁性層110を介すことなく、直接に低比抵抗な第3強磁性ピンド層109aに接合しているので、センス電流のうち、リード接続部140、140を介して積層体112に流れる成分を大きくすることができ、これにより他の分流成分を大幅に低減することができる。

とくに、リード層134、134からバイアス層132、132を介して第2反強磁性層110より下部絶縁層364（基板）側の積層体112に流れる分流成分が大幅に低減され、これにより不感領域Nに流れるセンス電流が小さくなる。これによりセンス電流を、リード層134、134が被着されていない感度領域Sに集中させることができ、感度領域Sにおける電圧変化が向上し、スピナルブ型薄膜磁気素子101の出力特性を向上できる。

また、センス電流の分流成分が低減されるので、リード層134、134が被着形成されている不感領域Nでは磁気抵抗効果が実質的に発現せず、磁気記録媒体の記録トラックからの漏れ磁界を検出することなく、これによりスピナルブ型薄膜磁気素子101のサイドリーディングを防止することができる。

## 【0178】

なお、積層体112の感度領域S及び不感領域Nは、第1実施形態と同様に、マイクロトラックプロファイル法によりその範囲を決定することができる。

## 【0179】

また、このスピナバルブ型薄膜磁気素子101の製造方法では、バイアス層形成工程において、バイアス層132、132の上面132a、132aがフリー磁性層7と第2固定磁性層109との接合部に位置するようにバイアス層132、132を形成するとともに、リード接続部形成工程において、保護層111、第2反強磁性層110、第4強磁性ピンド層109c及び第2非磁性中間層109bのトラック幅方向両側がエッチングされた時点でエッチング用粒子線の照射を停止させること以外は、第1実施形態のスピナバルブ型薄膜磁気素子1と同様にして製造される。

## 【0180】

即ち、このスピナバルブ型薄膜磁気素子101のバイアス層形成工程では、図7または図13中1点鎖線で示すように、バイアス層132、132の上面132a、132aが第3強磁性ピンド層109aの階層位置とほぼ同じ位置になるようにバイアス層132、132を形成し、更に図8または図14に示すように中間層133、133をバイアス層132、132上に形成する。

## 【0181】

そして、リード接続部形成工程において、図9または図16に示すように、保護層111、第2反強磁性層110、第4強磁性ピンド層109c及び第2非磁性中間層109bのトラック幅方向両側をエッチングして図中1点鎖線で示すリード接続部140、140を形成する。

## 【0182】

以上の点以外は第1の実施形態と同様にすることにより、図18に示すスピナバルブ型薄膜磁気素子101が得られる。

## 【0183】

(第3の実施形態)

次に、本発明の第3の実施形態を図面を参照にして説明する。

図19に、本発明の第3の実施形態であるスピナルブ型薄膜磁気素子201を磁気記録媒体側からみた断面模式図を示す。

【0184】

図19に示すスピナルブ型薄膜磁気素子201は、第1の実施形態のスピナルブ型薄膜磁気素子1と同様に薄膜磁気ヘッドを構成し、この薄膜磁気ヘッドはインダクティブヘッドとともに浮上式磁気ヘッドを構成する。

【0185】

このスピナルブ型薄膜磁気素子201は、第1の実施形態のスピナルブ型薄膜磁気素子1と同様に、フリー磁性層7の厚さ方向両側に、第1、第2非磁性導電層6、108、第1、第2固定磁性層5、209、第1、第2反強磁性層4、210が順次積層されてなるデュアルスピナルブ薄膜磁気素子である。

【0186】

即ちこのスピナルブ型薄膜磁気素子201は、下部絶縁層364に積層された下地層3上に、第1反強磁性層4、第1固定磁性層5、第1非磁性導電層6、フリー磁性層7、第2非磁性導電層108、第2固定磁性層209、第2反強磁性層210及び保護層211が順次積層されて構成されている。

このように下地層3から保護層211間での各層が順次積層されて断面視略台形状の積層体212が形成されている。

またこのスピナルブ型薄膜磁気素子201は、積層体212の両側に形成されてフリー磁性層7の磁化を揃えるCoPt合金等からなる一対のバイアス層232、232と、このバイアス層232、232上に形成されて検出電流を積層体212に与えるCu、Au、Ta、Cr、W、Rh等からなる一対のリード層234、234が備えられている。

【0187】

このスピナルブ型薄膜磁気素子201が先に説明した第1の実施形態のスピナルブ型薄膜磁気素子1と異なる点は、保護層211と第2反強磁性層210のトラック幅方向両端がそれぞれ切欠部とされ、これらの層のトラック幅方向両側にリード接続部240、240が形成され、このリード接続部240、240にリード層234、234のオーバーレイ部234a、234aが接続されてい

る点である。

【0188】

従って、本実施形態のスピナルブ型薄膜磁気素子201を構成する下地層3、第1反強磁性層4、第1固定磁性層5、フリー磁性層7、第2非磁性導電層108及びバイアス下地層31、31は、第1、第2実施形態の下地層3、第1反強磁性層4、第1固定磁性層5、フリー磁性層7、第2非磁性導電層108及びバイアス下地層31、31と同じ構成であるので、その説明を省略する。

【0189】

第2固定磁性層209は、第3強磁性ピンド層209aと、第2非磁性中間層209bと、第4強磁性ピンド層209cとが積層されて構成されている。第3強磁性ピンド層209aの膜厚は、第4強磁性ピンド層209cの膜厚より大とされている。

第4強磁性ピンド層209cの磁化方向は、第2反強磁性層210との交換結合磁界によって図示Y方向に固定され、また第3強磁性ピンド層209aは、第4強磁性ピンド層209cと反強磁性的に結合してその磁化方向が図示Y方向の反対方向に固定されている。

【0190】

このように第3、第4強磁性ピンド層209a、209cのそれぞれの磁気モーメントが相互に打ち消し合う関係にあるが、第3強磁性ピンド層209aが第4強磁性ピンド層209cより厚く形成されているので、第3強磁性ピンド層209aの磁化（磁気モーメント）が僅かに残存し、第2固定磁性層209全体の正味の磁化方向が図示Y方向の反対方向に固定される。

なお、第3強磁性ピンド層209aの膜厚を、第4強磁性ピンド層209cの膜厚より小としてもよい。

【0191】

このように第2固定磁性層209は、第3、第4強磁性ピンド層209a、209cがそれぞれ反強磁性的に結合し、かつ第3強磁性ピンド層209aの磁化が残存しており、人工的なフェリ磁性状態（synthetic ferri pinned；シンセフイックフェリピンド）を示す層となる。

## 【0192】

このように、第2固定磁性層209がいわゆる人工的なフェリ磁性状態 (synthetic ferri pinned; シンセティックフェリピンド) を示す層であるので、第2固定磁性層209の磁化方向を強固に固定して第2固定磁性層209を安定させることができる。

## 【0193】

第2反強磁性層210は、PtMn合金で形成されていることが好ましい。PtMn合金は、従来から反強磁性層として使用されているNiMn合金やFeMn合金などに比べて耐食性に優れ、しかもブロッキング温度が高く、交換結合磁界も大きい。

また、第2反強磁性層210は、XMn合金、PtX'Mn合金（ただし前記組成式において、XはPt、Pd、Ir、Rh、Ru、Osのなかから選択される1種を示し、X'はPd、Cr、Ru、Ni、Ir、Rh、Os、Au、Ag、Ne、Ar、Xe、Krのなかから選択される1種または2種以上を示す）のいずれかより形成されていても良い。

## 【0194】

前記PtMn合金および前記XMnの式で示される合金の組成は、第1の実施形態で説明した第2反強磁性層10の組成と同一である。

第2反強磁性層210として適正な組成範囲の合金を使用し、これを磁場中熱処理することで、大きな交換結合磁界を発生する第2反強磁性層210を得ることができ、この交換結合磁界によって第2固定磁性層209の磁化方向を強固に固定できる。とくに、PtMn合金であれば、 $6.4 \times 10^4$  A/mを越える交換結合磁界を有し、交換結合磁界を失うブロッキング温度が653K (380°C) と極めて高い第2反強磁性層210を得ることができる。

## 【0195】

また、第1反強磁性層4は、第1固定磁性層5やフリー磁性層7よりも図示X1方向両側に突出して形成されている。そして、この第1反強磁性層4の突出部4a、4a上に、バイアス層232、232及びリード層234、234が順次積層されている。

第1反強磁性層4の突出部4a、4aとバイアス層232、232との間には、TaまたはCrからなるバイアス下地層31、31が積層されている。

#### 【0196】

また、バイアス層232、232とリード層234、234との間にはTaまたはCrからなる中間層233、233が積層されている。リード層234、234としてCrを用いた場合は、Taの中間層233、233を設けることにより、後工程の熱プロセスに対して拡散バリアーとして機能し、バイアス層232、232の磁気特性の劣化を防ぐことができる。また、リード層234、234としてTaを用いる場合は、Crの中間層233、233を設けることにより、Crの上に堆積するTaの結晶を、より低抵抗の体心立方構造としやすくする効果がある。

#### 【0197】

また積層体212の図示X1方向両側に位置して下部絶縁層364（基板）から離れた側には切欠部が形成され、この切欠部がリード接続部240、240とされている。

リード接続部240、240は、第2反強磁性層210の図示X1方向両側に形成されている。

第2反強磁性層210は、その図示X1方向（トラック幅方向）の幅が、フリー磁性層7の幅よりも狭幅とされ、この第2反強磁性層210の図示X1方向両側にリード接続部240、240が形成されている。

#### 【0198】

リード接続部240、240にはリード層234、234のオーバーレイ部234a、234aが接続されている。

リード層234、234は、積層体212のX1方向両側から積層体212の中央に向けてバイアス層232、232上を延出して積層体212の図示X1方向両端に被着し、オーバーレイ部234a、234aがリード接続部240、240に接続している。各リード層234、234は、図示X1方向においてTwの間隔をあけて離間している。この間隔Twがスピナバルブ型薄膜磁気素子201の光学的なトラック幅となる。

## 【0199】

リード接続部240、240においては、第4強磁性ピンド層209cが図示X1方向に延出し、このためオーバーレイ部234a、234aが第2反強磁性層210を介さずこの第4強磁性ピンド層209cに直接に接合している。

## 【0200】

リード接続部240、240が切欠部とされ、リード層234、234がこの切欠部にはめ込まれる形で接続されるので、積層体212とリード層234、234との段差を小さくすることができ、これによりスピナルブ型薄膜磁気素子201のギャップ幅を小さくすることができ、また図3に示すようにこのスピナルブ型薄膜磁気素子の上部に上部絶縁層366を積層した場合にはこの上部絶縁層366にピンホール等が生じるおそれがなく、スピナルブ型薄膜磁気素子201の絶縁性を高めることができる。

## 【0201】

各リード接続部240の図示X1方向（トラック幅方向）の幅Mは、0.03～0.5μmの範囲が好ましい。幅Mがこの範囲であれば、リード接続部240におけるリード層234と積層体212との接合面積を大きくすることができ、磁気抵抗効果に寄与しない接合抵抗を低減してセンス電流を積層体212に効率よく流すことができ、再生特性の向上を図ることができる。

## 【0202】

積層体212の図示X<sub>1</sub>方向両側、即ちトラック幅方向両側には、例えばC○Pt（コバルト白金）合金からなる一対のバイアス層232、232が形成されている。バイアス層232、232は、フリー磁性層7と同じ階層位置に位置してフリー磁性層7に隣接している。また、バイアス層232、232の上面232a、232aは、リード接続部240、240よりも下部絶縁層364（基板）側の位置で積層体212に接合している。

また、バイアス層232、232とリード層234、234との間には、中間層233、233が形成されている。中間層233、233は、積層体212の図示X1方向両側から第4強磁性ピンド層209cに当接している。

従ってリード接続部240、240には、リード層234、234のみが接続

される。

#### 【0203】

このスピナルブ型薄膜磁気素子201では、リード層234、234から積層体212に検出電流（センス電流）が与えられ、磁気記録媒体からの漏れ磁界がY方向に与えられると、フリー磁性層7の磁化方向がX1方向からY方向へ向けて変化する。このフリー磁性層7の磁化方向の変動と、第1、第2固定磁性層5、9の磁化方向との関係で電気抵抗値が変化し（これを磁気抵抗（MR）効果という）、この電気抵抗値の変化に基づく電圧変化により、磁気記録媒体からの漏れ磁界が検出される。

#### 【0204】

このスピナルブ型薄膜磁気素子201では、図19に示すようにセンス電流J（矢印J）が主に、オーバーレイ部234a、234aの先端234b、234bの近傍から積層体212に印加される。

従って、積層体212のなかで最もセンス電流が流れやすいのは、オーバーレイ部234a、234aが被着されていない領域であり、この領域にセンス電流が集中するため、先に説明した磁気抵抗（MR）効果が実質的に大きくなり、磁気記録媒体の漏れ磁界の検出感度が高くなる。そこで、オーバーレイ部234a、234aが被着されていない領域を第1の実施形態と同様に感度領域Sと称する。

一方、オーバーレイ部234a、234aが被着されている領域では、感度領域Sに比べてセンス電流が極めて小さくなり、これにより磁気抵抗（MR）効果が実質的に小さくなり、磁気記録媒体の漏れ磁界の検出感度が低下する。このオーバーレイ部234a、234aが被着された領域を、第1の実施形態と同様に不感度領域Nと称する。

#### 【0205】

リード層234、234の一部（オーバーレイ部234a、234a）を積層体212のトラック幅方向両端部上にあるリード接続部240、240に被着させることにより、実質的に磁気記録媒体からの記録磁界の再生に寄与する部分（感度領域S）と、実質的に磁気記録媒体からの記録磁界の再生に寄与しない部分

(不感領域N) とが形成され、感度領域Sの幅がスピナルブ型薄膜磁気素子201の磁気的なトラック幅となり、狭トラック化に対応することができる。

#### 【0206】

またオーバーレイ部234a、234aが、高比抵抗な第2反強磁性層210を介することなく、直接に低比抵抗な第4強磁性ピンド層209cに接合しているので、センス電流のうち、リード接続部240、240を介して積層体212に流れる成分を大きくすることができ、これにより他の分流成分を大幅に低減することができる。

とくに、リード層234、234からバイアス層232、232を介して第2反強磁性層210より下部絶縁層364（基板）側の積層体212に流れる分流成分が大幅に低減され、これにより不感領域Nに流れるセンス電流が小さくなる。これによりセンス電流を、リード層234、234が被着されていない感度領域Sに集中させることができ、感度領域Sにおける電圧変化が向上し、スピナルブ型薄膜磁気素子201の出力特性を向上できる。

また、センス電流の分流成分が低減されるので、リード層234、234が被着形成されている不感領域Nでは磁気抵抗効果が実質的に発現せず、磁気記録媒体の記録トラックからの漏れ磁界を検出することができなく、これによりスピナルブ型薄膜磁気素子201のサイドリーディングを防止することができる。

#### 【0207】

なお、積層体212の感度領域S及び不感領域Nは、第1実施形態と同様に、マイクロトラックプロファイル法によりその範囲を決定することができる。

#### 【0208】

また、このスピナルブ型薄膜磁気素子201の製造方法では、バイアス層形成工程において、バイアス層232、232の上面232a、232aが第4強磁性ピンド層209cと同じ階層位置に位置するようにバイアス層232、232を形成するとともに、リード接続部形成工程において、保護層211、第2反強磁性層210のトラック幅方向両側がエッチングされた時点でエッチング用粒子線の照射を停止させること以外は、第1実施形態のスピナルブ型薄膜磁気素子1と同様にして製造される。

## 【0209】

即ち、このスピナバルブ型薄膜磁気素子201のバイアス層形成工程では、図7または図13中2点鎖線で示すように、バイアス層232、232の上面232a、232aが第4強磁性ピンド層209aの階層位置とほぼ同じ位置になるようにバイアス層232、232を形成し、更に図8または図14に示すように、中間層233、233をバイアス層232、232上に形成する。

## 【0210】

そして、リード接続部形成工程においては、図9または図16に示すように、保護層211及び第2反強磁性層210のトラック幅方向両側をエッチングして図中2点鎖線で示すリード接続部240、240を形成する。

## 【0211】

以上の点以外は第1の実施形態と同様にすることにより、図19に示すスピナバルブ型薄膜磁気素子201が得られる。

## 【0212】

## 【実施例】

本発明のスピナバルブ型薄膜磁気素子について、トラック幅方向に対する再生出力の強度分布を調査した。

調査には、図1に示す第1実施形態のスピナバルブ型薄膜磁気素子を実施例として用いた。

このスピナバルブ型薄膜磁気素子は、図1におけるトラック幅Twを0.4μmとし、リード接続部の幅Mを0.5μmとしたものである。

また、積層体における各層の膜厚は、下地層(Ta)3／第1反強磁性層(PtMn)1.1／第1強磁性ピンド層(Co)1.2／第1非磁性中間層(Ru)0.8／第2強磁性ピンド層(Co)1.7／第1非磁性導電層(Cu)2.2／第1拡散防止層(Co)0.3／強磁性自由層(NiFe)2.4／第2拡散防止層(Co)0.3／第2非磁性導電層(Cu)2.2／第3強磁性ピンド層(Co)1.7／第2非磁性中間層(Ru)0.8／第4強磁性ピンド層(Co)1.2／第2反強磁性層(PtMn)1.1／保護層(Ta)2である(各数字はそれぞれの膜厚のnm単位に対応し、またカッコ内の元素は各層の構成元素を示すものである)。

## 【0213】

また、リード層(Cr)の厚さはおよそ100nmとし、バイアス層(CoPt)の厚さは35nmとし、バイアス下地層(Cr)の厚さは5nmとし、中間層(Ta)の厚さは5nmとした。

## 【0214】

また、比較例として、図22に示す従来のスピナバルブ型薄膜磁気素子を用いた。積層体の構成は、実施例のスピナバルブ型薄膜磁気素子と同様である。

また、リード層(Cr)の厚さはおよそ100nmとし、バイアス層(CoPt)の厚さは35nmとし、バイアス下地層(Cr)の厚さは5nmとし、中間層(Ta)の厚さは5nmとした。

また、このスピナバルブ型薄膜磁気素子のトラック幅Twは0.4μmであり、一対のオーバーレイ部のトラック幅方向の幅はそれぞれ0.5μmであった。

## 【0215】

実施例及び比較例のスピナバルブ型薄膜磁気素子について、図4に示すマイクロトラックプロファイル法により、トラック幅方向に対する再生信号の強度分布を測定した。結果を図20及び図21に示す。

測定条件は、記録媒体上に記録された微小トラックの幅を0.2μmとし、この上を前記スピナバルブ型薄膜磁気素子を備えた磁気ヘッドを走査させた。

なお、図20及び図21において、横軸は素子中心を0としたときのトラック幅方向の相対位置を示し、縦軸は再生出力の信号強度の相対値を対数目盛で示している。

更に、図中Twはトラック幅方向におけるスピナバルブ型薄膜磁気素子の光学的なトラックの形成領域を示し、図中Mは、トラック幅方向におけるリード層のオーバーレイ部(リード接続部)の形成領域を示す。またBLは、プロファイルのベースラインを示す。

## 【0216】

図20に示すように、実施例のスピナバルブ型薄膜磁気素子では、図中Mで示されたリード接続部の形成領域付近において、素子中心から離れるにつれて再生出力値がベースラインBLに接近し、素子中心から±0.7μm離れた位置にお

いてベースラインBLにほぼ収束している。

素子中心から $\pm 0.7 \mu m$ 離れた位置は、積層体のトラック幅方向の形成領域に相当していることから、実施例のスピナルブ型薄膜磁気素子は、積層体の不感領域においては記録トラックをほとんど検出しないことがわかる。

#### 【0217】

一方、図21に示す従来例のスピナルブ型薄膜磁気素子では、図中Mで示されたリード接続部の形成領域付近において、実施例の場合と同様に素子中心から離れるにつれて再生出力値が低下するが、素子中心から $\pm 0.7 \mu m$ 離れた位置においても相対値で0.0027程度の再生出力の信号を示しており、ベースラインに収束せず、再生出力が得られていることがわかる。

素子中心から $\pm 0.7 \mu m$ 離れた位置は、積層体のトラック幅方向の形成領域に相当していることから、従来例のスピナルブ型薄膜磁気素子は、積層体の不感領域においても記録トラックを検出していることがわかる。

#### 【0218】

また、素子中心における再生出力相対値については、実施例の素子が0.038程度の値を示し、比較例の素子が0.029程度の値を示しており、実施例のスピナルブ型薄膜磁気素子の再生出力が高くなっていることが判る。

#### 【0219】

以上のことから、実施例のスピナルブ型薄膜磁気素子は、比較例の従来のスピナルブ型薄膜磁気素子よりも再生出力が高く、また、素子の不感領域における再生出力が小さく、サイドリーディング発生の確率が低いことがわかる。

#### 【0220】

##### 【発明の効果】

以上、詳細に説明したように、本発明のスピナルブ型薄膜磁気素子は、狭幅な反強磁性層のトラック幅方向両側に形成されたリード接続部にリード層が接続されるので、センス電流が、比抵抗の大きな反強磁性層を通過せずにリード層から直接固定磁性層に流れることになるため、センス電流のうち、バイアス層を経由して積層体に流れる分流成分を低減することができる。

これにより、センス電流を、リード層が被着されていない積層体の中央部分に

集中させることができ、この部分における電圧変化が向上し、スピナバルブ型薄膜磁気素子の出力特性を向上させることができる。

また、センス電流の分流成分が低減されるので、リード層が被着形成されている部分（積層体のトラック幅方向両側の部分）では磁気抵抗効果が実質的に発現せず、磁気記録媒体の記録トラックからの漏れ磁界を検出することができなく、これによりスピナバルブ型薄膜磁気素子のサイドリーディングを防止することができる。

#### 【0221】

またリード層が、狭幅の反強磁性層及び固定磁性層のトラック幅方向両側に形成されたリード接続部に接続された場合には、センス電流が、比抵抗の小さな非磁性導電層に直接流れることになり、センス電流の分流成分をより小さくすることができ、スピナバルブ型薄膜磁気素子のサイドリーディングをより効果的に抑制することができる。

#### 【0222】

更にリード層が、狭幅の反強磁性層及び固定磁性層及び一部の非磁性導電層のトラック幅方向両側に形成されたリード接続部に接続された場合には、センス電流が、比抵抗の小さな非磁性導電層に直接流れることになり、センス電流の分流成分を更に小さくすることができ、スピナバルブ型薄膜磁気素子のサイドリーディングを更に効果的に抑制することができる。

#### 【0223】

また、本発明のスピナバルブ型薄膜磁気素子によれば、リード接続部が切欠部とされているので、リード層がこの切欠部にはめ込まれる形で接続されるため、積層体とリード層との段差を小さくすることができ、これによりスピナバルブ型薄膜磁気素子のギャップ幅を小さくすることができる。またこのスピナバルブ型薄膜磁気素子に絶縁層を更に積層した場合にはこの絶縁層にピンホール等が生じるおそれがなく、スピナバルブ型薄膜磁気素子の絶縁性を高めることができる。

また、リード接続部の幅が0.03～0.5μmの範囲とされているので、リード接続部におけるリード層と積層体との接触面積を大きくすることができ、センス電流を積層体に効率よく流すことができる。

## 【0224】

また、本発明のスピナバルブ型薄膜磁気素子では、前記バイアス層が前記フリー磁性層と同じ階層位置に配置されているので、フリー磁性層に強いバイアス磁界を与えやすくなり、フリー磁性層を単磁区化しやすく、バルクハウゼンノイズを低減させることができる。

また本発明のスピナバルブ型薄膜磁気素子では、一対のリード接続部には前記一対のリード層のみが接続されているので、リード接続部におけるリード層と積層体との接触面積を大きくすることができ、分流成分を低減するとともにスピナバルブ型薄膜磁気素子の出力特性を更に向上させることができる。

## 【0225】

また、本発明のスピナバルブ型薄膜磁気素子においては、固定磁性層がいわゆる人工的なフェリ磁性状態 (synthetic ferri pinned; シンセティックフェリピンド) を示す層であるので、固定磁性層の磁化方向を強固に固定して固定磁性層を安定させることができる。

## 【0226】

そして本発明のスピナバルブ型薄膜磁気素子によれば、一対のリード層が前記積層体のトラック幅方向両側からこの不感領域上まで延出して被着形成されているので、これらの一対のリード層の間に位置する感度領域に、リード層からのセンス電流を集中して流すことができ、この一対のリード層の間の感度領域の幅をスピナバルブ型薄膜磁気素子のトラック幅とすることができます。

従ってスピナバルブ型薄膜磁気素子のトラック幅は、不感領域上に被着形成された一対のリード層の間隔によって規定することができ、リード層の間隔を狭めることで、スピナバルブ型薄膜磁気素子の狭トラック化を図ることができる。

## 【0227】

次に本発明のスピナバルブ型薄膜磁気素子の製造方法によれば、積層体形成工程において角度  $\theta_1$  の方向からエッチング用粒子線を照射して断面観察台形状の積層体を形成し、更に前記基板に対して角度  $\theta_3$  ( $\theta_1 > \theta_3$ ) の方向から別のエッチング用粒子線を照射して、リフトオフレジストの切込部に対応する位置に一対のリード接続部を形成するので、1つのリフトオフレジストによって積層体の

形成とリード接続部の形成を行うことができ、スピナバルブ型薄膜磁気素子の製造工程を短縮化することができる。

また、反強磁性層をエッチングしてリード接続部を形成し、リード層をこのリード接続部に接続させて形成するので、リード層を固定磁性層に直接接続させることができ、センス電流を反強磁性層に流すことなく積層体に与えることができるスピナバルブ型薄膜磁気素子を製造できる。

#### 【0228】

また本発明のスピナバルブ型薄膜磁気素子の別の製造方法によれば、第1リフトオフレジストを用いて断面観察台形状の積層体を形成し、第2リフトオフレジストを用いてリード接続部を形成するので、積層体のトラック幅方向の幅と、リード接続部のトラック幅方向の幅をそれぞれ正確に制御することができ、狭トラック幅でサイドリーディング発生確率が低いスピナバルブ型薄膜磁気素子を容易に製造することができる。

#### 【0229】

そして本発明のスピナバルブ型薄膜磁気素子の製造方法によれば、リード接続部を形成する際のエッチングの終点を、2次イオン質量スペクトル分析法によりスペッタ粒子種を分析することにより行うので、リード接続部形成時のエッチングの精度を高くすることができ、リード接続部を精度良く形成することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施形態のスピナバルブ型薄膜磁気素子の断面模式図である。

【図2】 図1のスピナバルブ型薄膜磁気素子を備えた浮上式磁気ヘッドの斜視図である。

【図3】 図1のスピナバルブ型薄膜磁気素子を備えた薄膜磁気ヘッドの断面模式図である。

【図4】 マイクロトラックプロファイル法の測定方法を説明するための模式図である。

【図5】 本発明のスピナバルブ型薄膜磁気素子の製造方法を説明するた

めの図であって、積層膜形成工程及びレジスト形成工程を示す工程図である。

【図6】 本発明のスピナルブ型薄膜磁気素子の製造方法を説明するための図であって、積層体形成工程を示す工程図である。

【図7】 本発明のスピナルブ型薄膜磁気素子の製造方法を説明するための図であって、バイアス層形成工程を示す工程図である。

【図8】 本発明のスピナルブ型薄膜磁気素子の製造方法を説明するための図であって、バイアス層形成工程を示す工程図である。

【図9】 本発明のスピナルブ型薄膜磁気素子の製造方法を説明するための図であって、リード接続部形成工程を示す工程図である。

【図10】 本発明のスピナルブ型薄膜磁気素子の製造方法を説明するための図であって、リード層形成工程を示す工程図である。

【図11】 本発明のスピナルブ型薄膜磁気素子の他の製造方法を説明するための図であって、積層膜形成工程及び第1レジスト形成工程を示す工程図である。

【図12】 本発明のスピナルブ型薄膜磁気素子の他の製造方法を説明するための図であって、積層体形成工程を示す工程図である。

【図13】 本発明のスピナルブ型薄膜磁気素子の他の製造方法を説明するための図であって、バイアス層形成工程を示す工程図である。

【図14】 本発明のスピナルブ型薄膜磁気素子の他の製造方法を説明するための図であって、バイアス層形成工程を示す工程図である。

【図15】 本発明のスピナルブ型薄膜磁気素子の他の製造方法を説明するための図であって、第2レジスト形成工程を示す工程図である。

【図16】 本発明のスピナルブ型薄膜磁気素子の他の製造方法を説明するための図であって、リード接続部形成工程を示す工程図である。

【図17】 本発明のスピナルブ型薄膜磁気素子の他の製造方法を説明するための図であって、リード層形成工程を示す工程図である。

【図18】 本発明の第2の実施形態のスピナルブ型薄膜磁気素子の断面模式図である。

【図19】 本発明の第3の実施形態のスピナルブ型薄膜磁気素子の断

面模式図である。

【図20】 実施例のスピナルブ型薄膜磁気素子のマイクロトラックプロファイル法による再生出力の測定結果を示すグラフである。

【図21】 比較例のスピナルブ型薄膜磁気素子のマイクロトラックプロファイル法による再生出力の測定結果を示すグラフである。

【図22】 従来のスピナルブ型薄膜磁気素子の断面模式図である。

【符号の説明】

- 1 スピナルブ型薄膜磁気素子
- 4 第1反強磁性層（反強磁性層）
- 4 a 延出部
- 5 第1固定磁性層（固定磁性層）
- 5 a 第1強磁性ピンド層（強磁性層）
- 5 b 第1非磁性中間層（非磁性中間層）
- 5 c 第2強磁性ピンド層（強磁性層）
- 6 第1非磁性導電層（非磁性導電層）
- 7 フリー磁性層
- 8 第2非磁性導電層（一部が狭幅な非磁性導電層）
- 8 a 延出部（一部）
- 9 第2固定磁性層（狭幅な固定磁性層）
- 9 a 第3強磁性ピンド層（強磁性層）
- 9 b 第2非磁性中間層（非磁性中間層）
- 9 c 第4強磁性ピンド層（強磁性層）
- 10 第2反強磁性層（狭幅な反強磁性層）
- 12 積層体
- 3 1 バイアス下地層
- 3 2 バイアス層
- 3 3 中間層
- 3 4 リード層
- 3 4 a オーバーレイ部

4 0 リード接続部（切欠部）

5 1 当接面

5 2 側面

5 3 切込部

L リフトオフレジスト

L 1 第1リフトオフレジスト

L 2 第2リフトオフレジスト

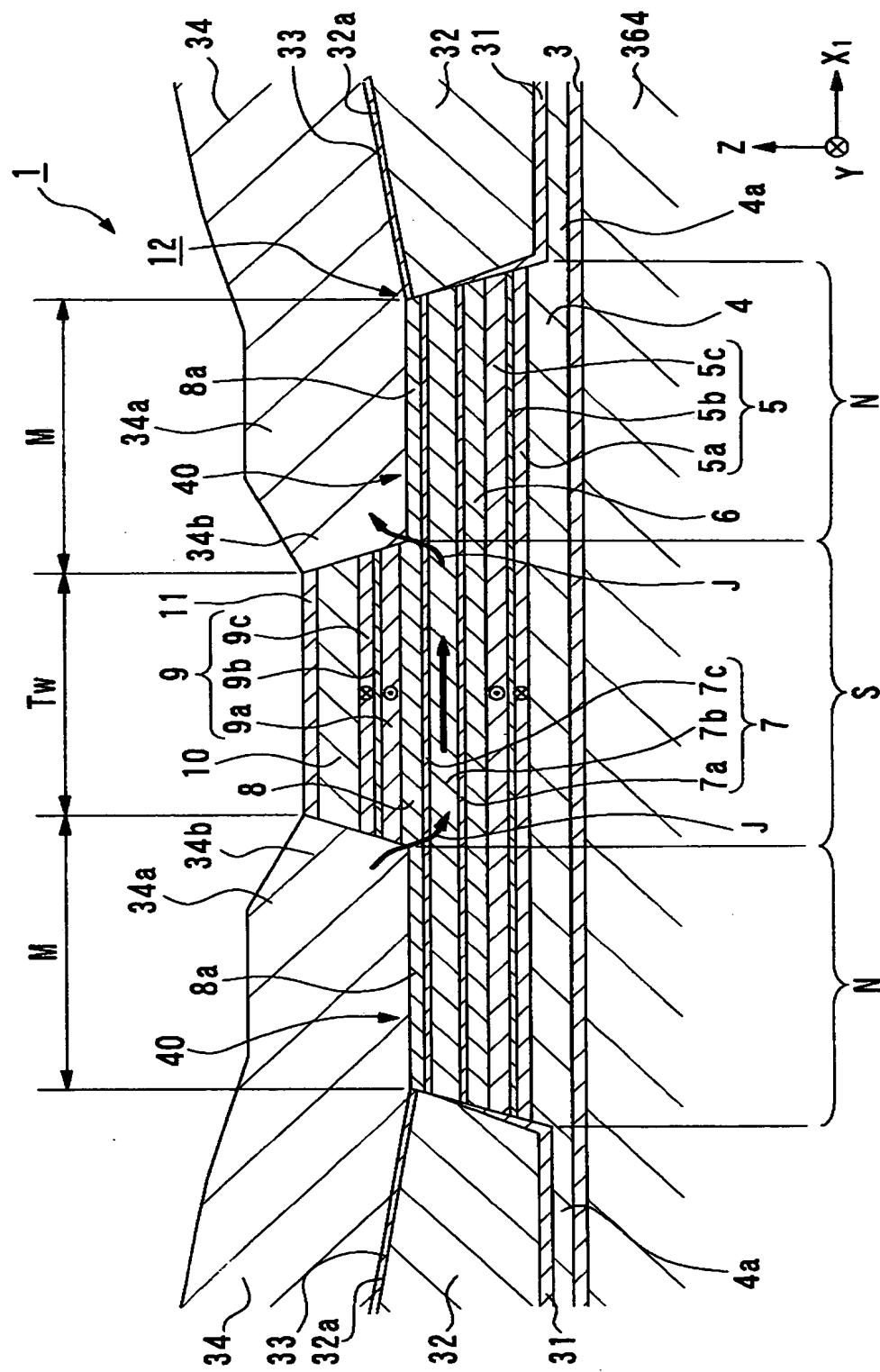
S 感度領域

N 不感領域

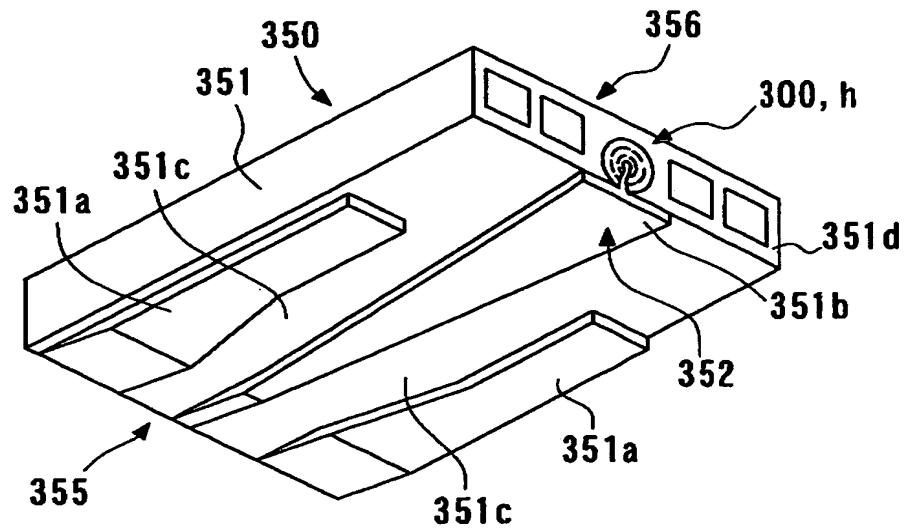
【書類名】

図面

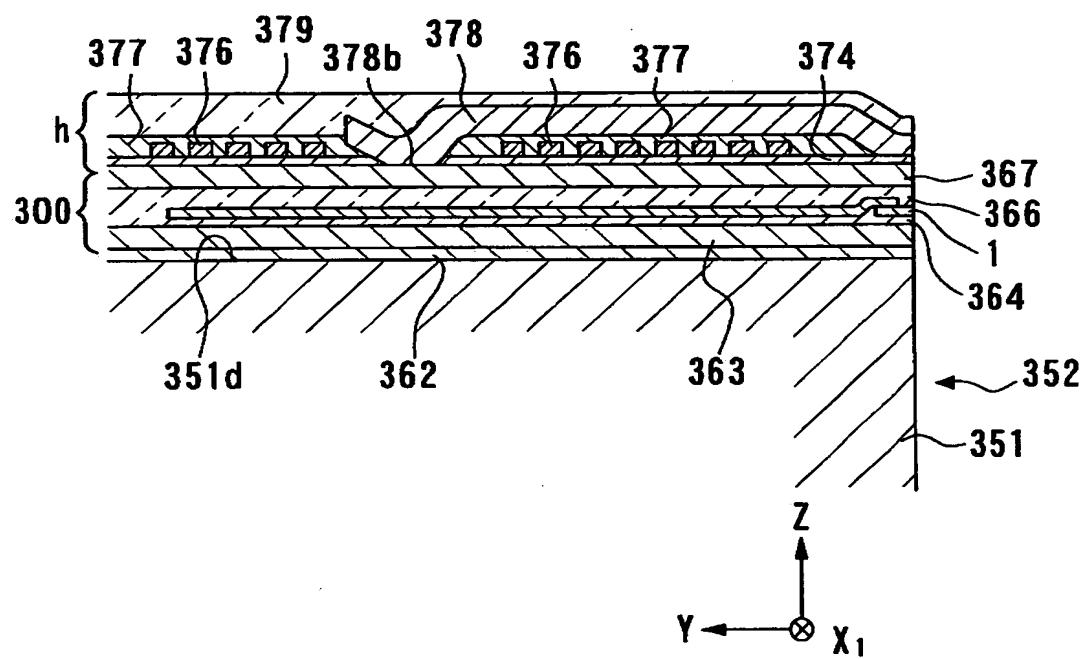
【図1】



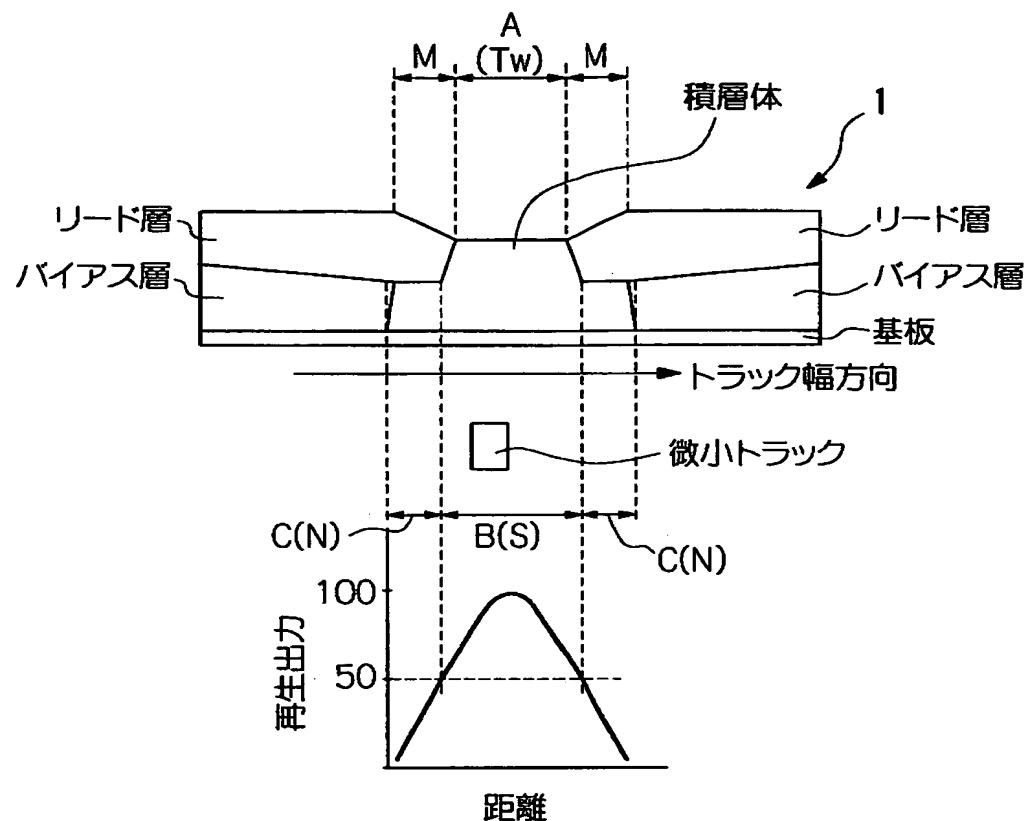
【図2】



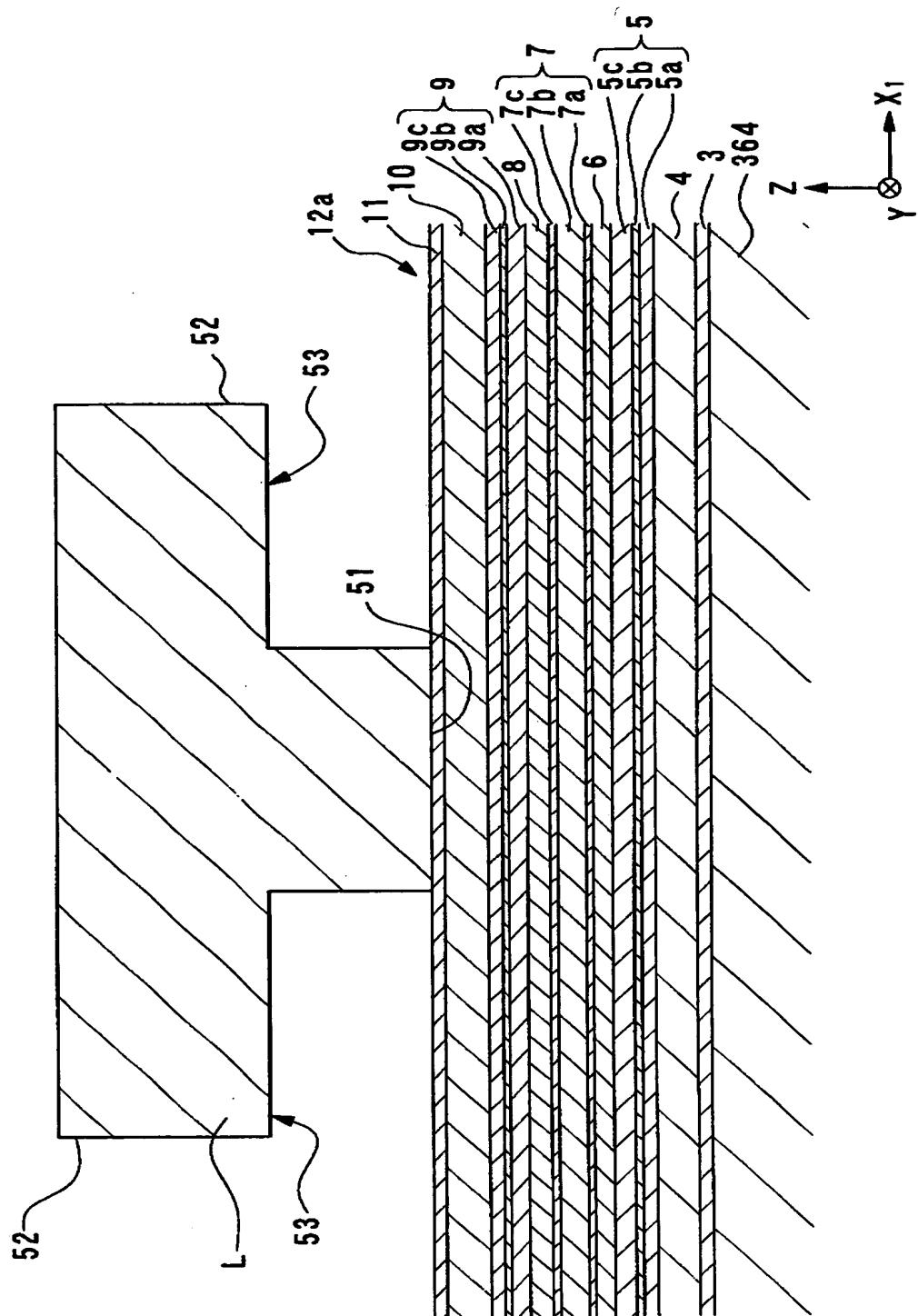
【図3】



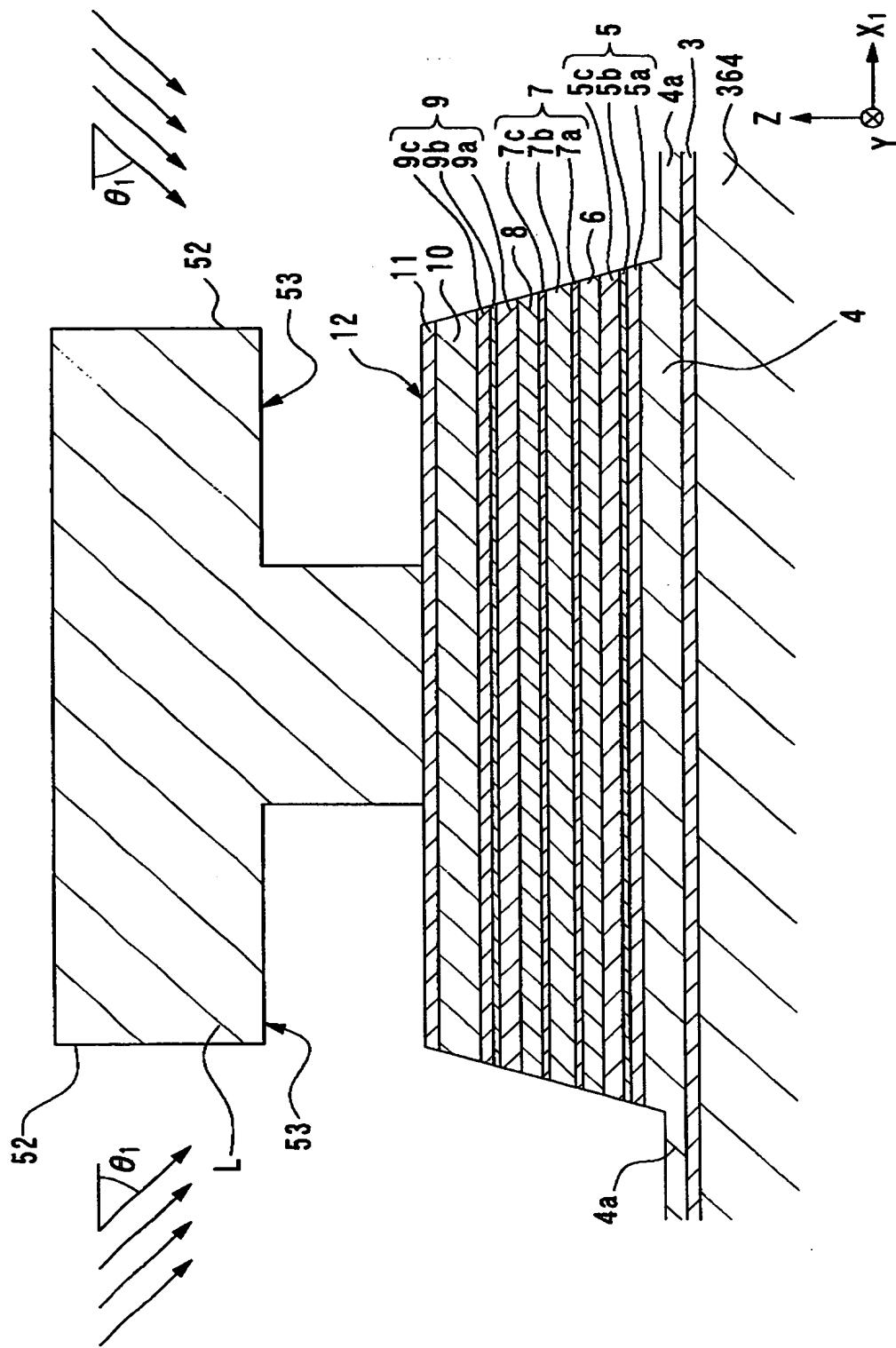
【図4】



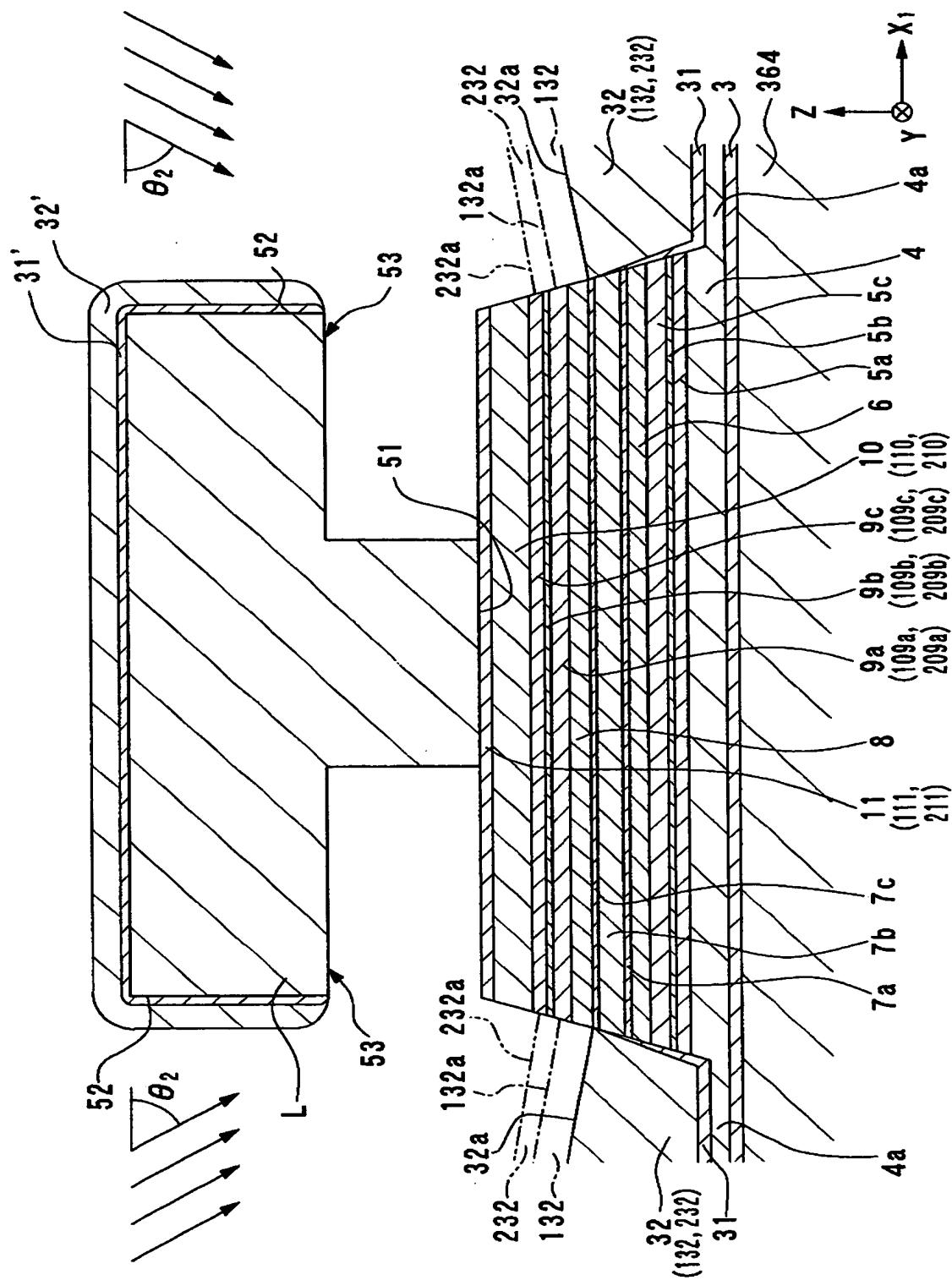
【図5】



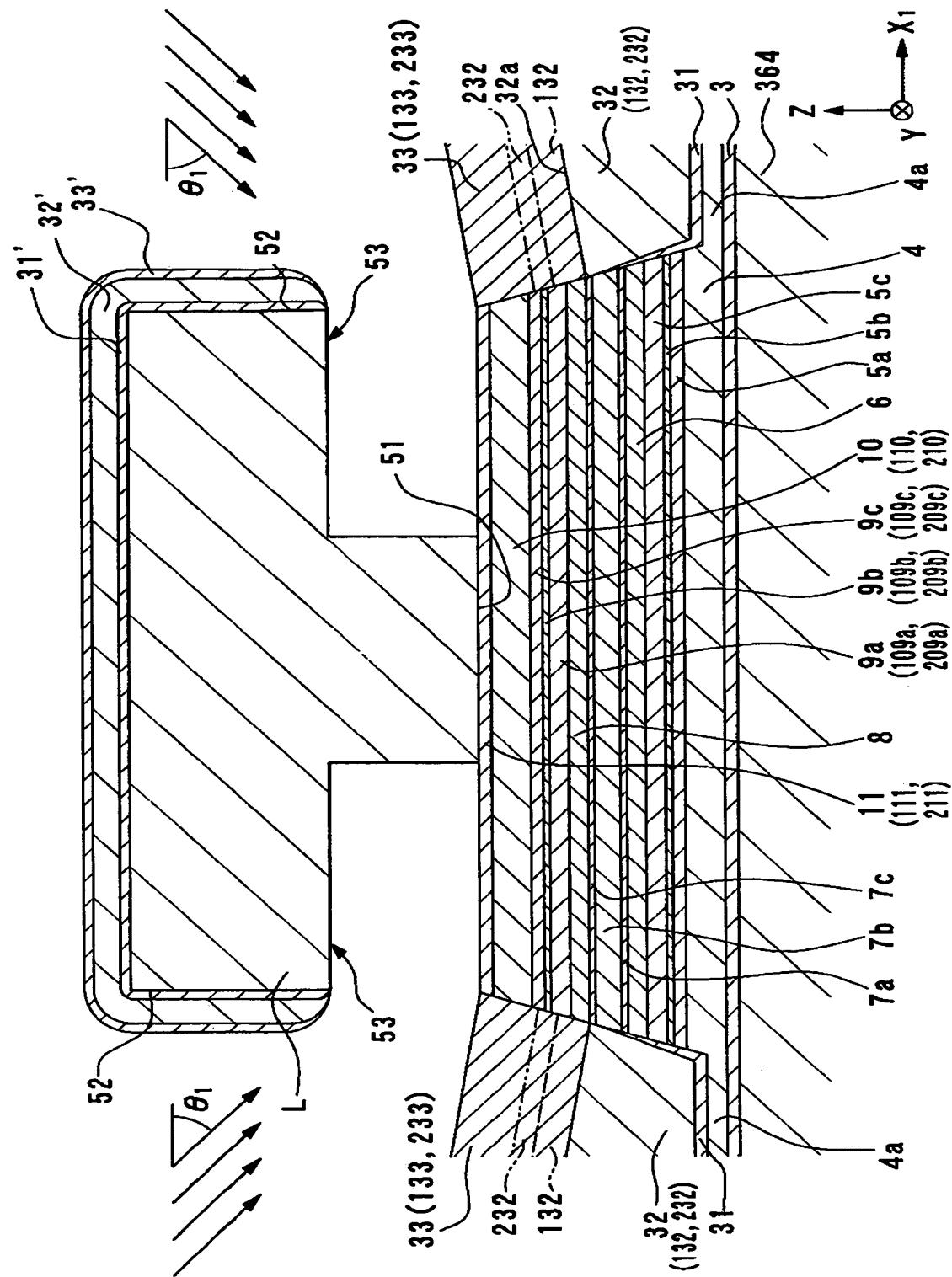
【図6】



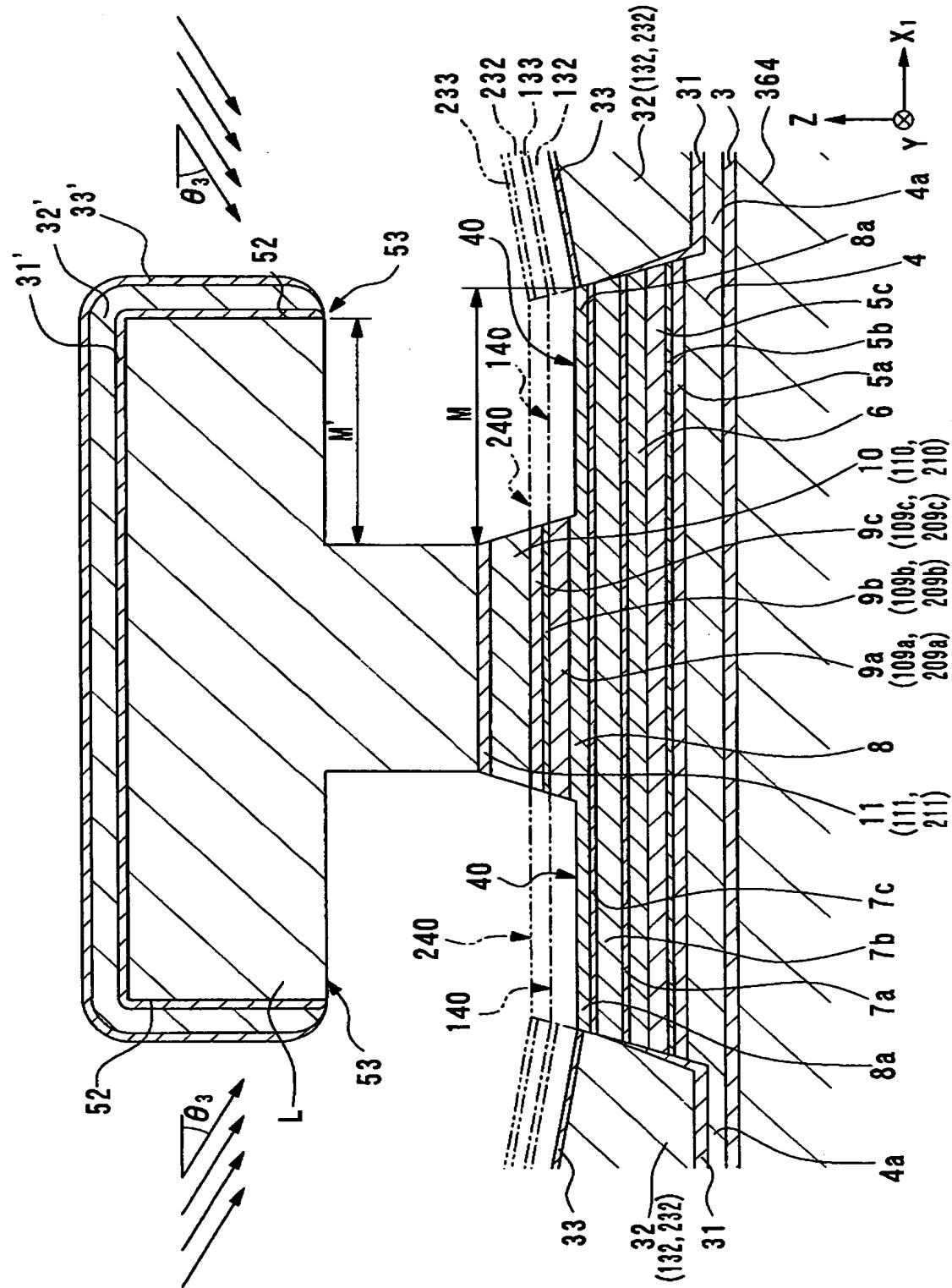
【図7】



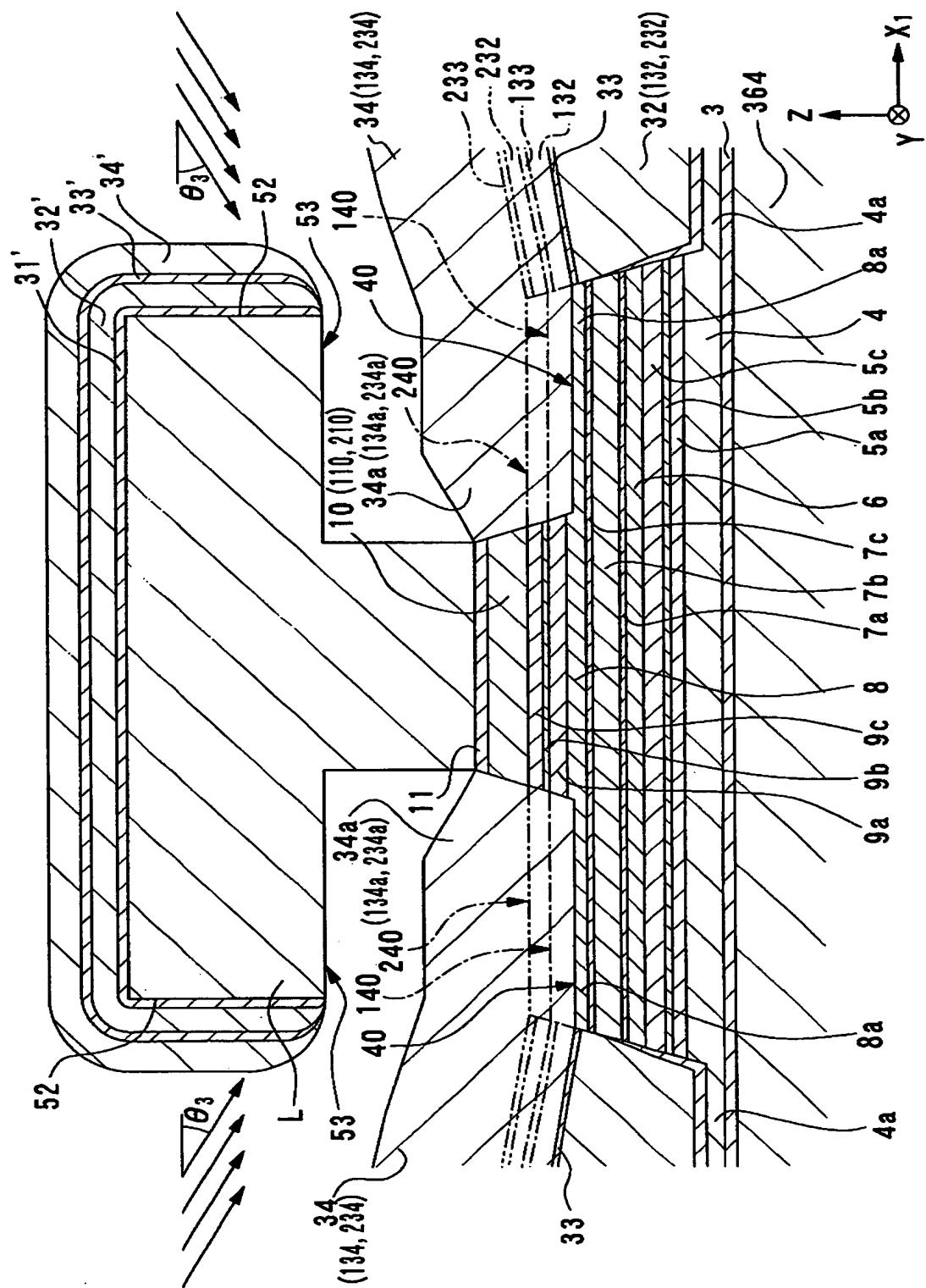
【図8】



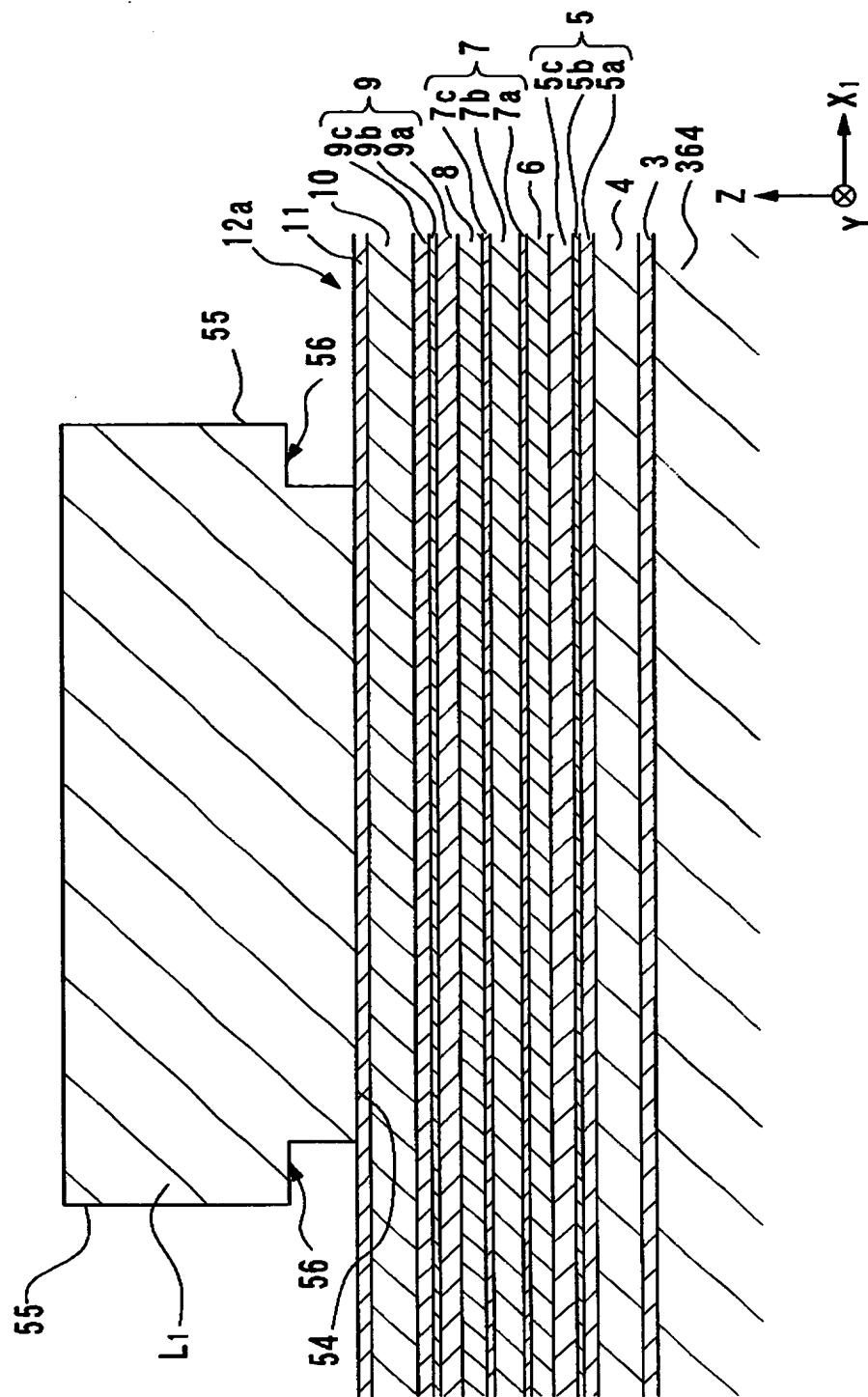
【図9】



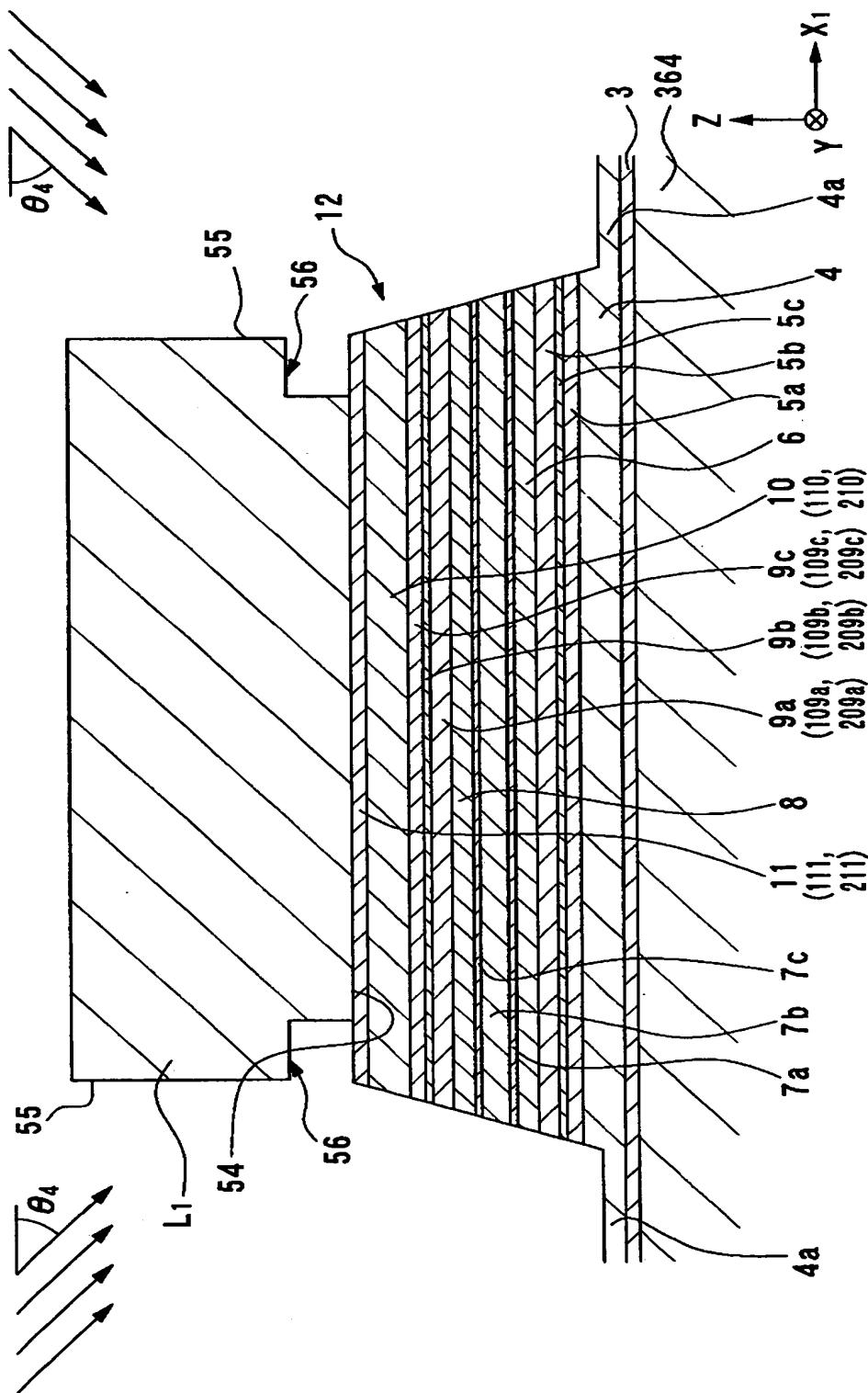
【図10】



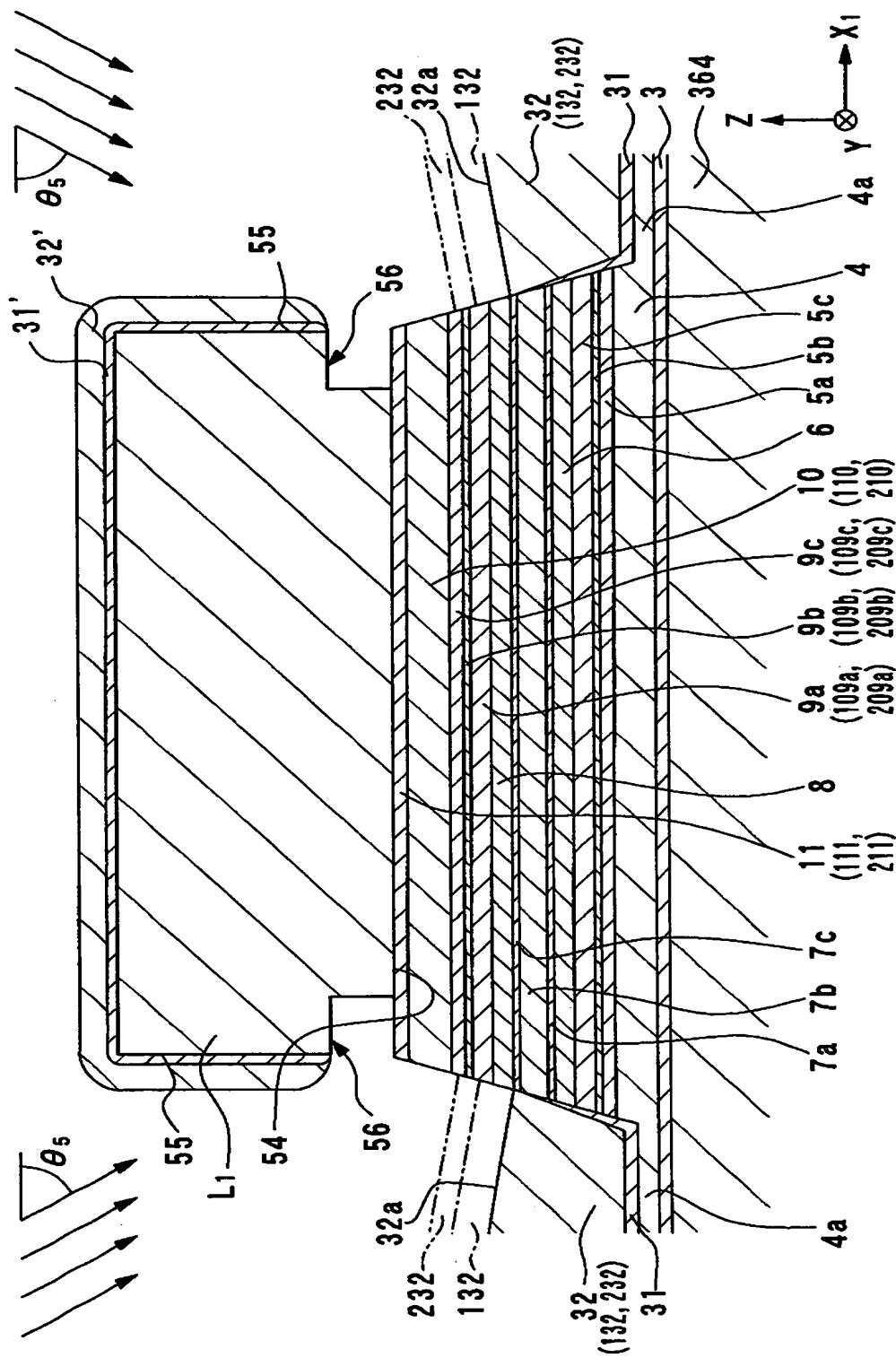
【図11】



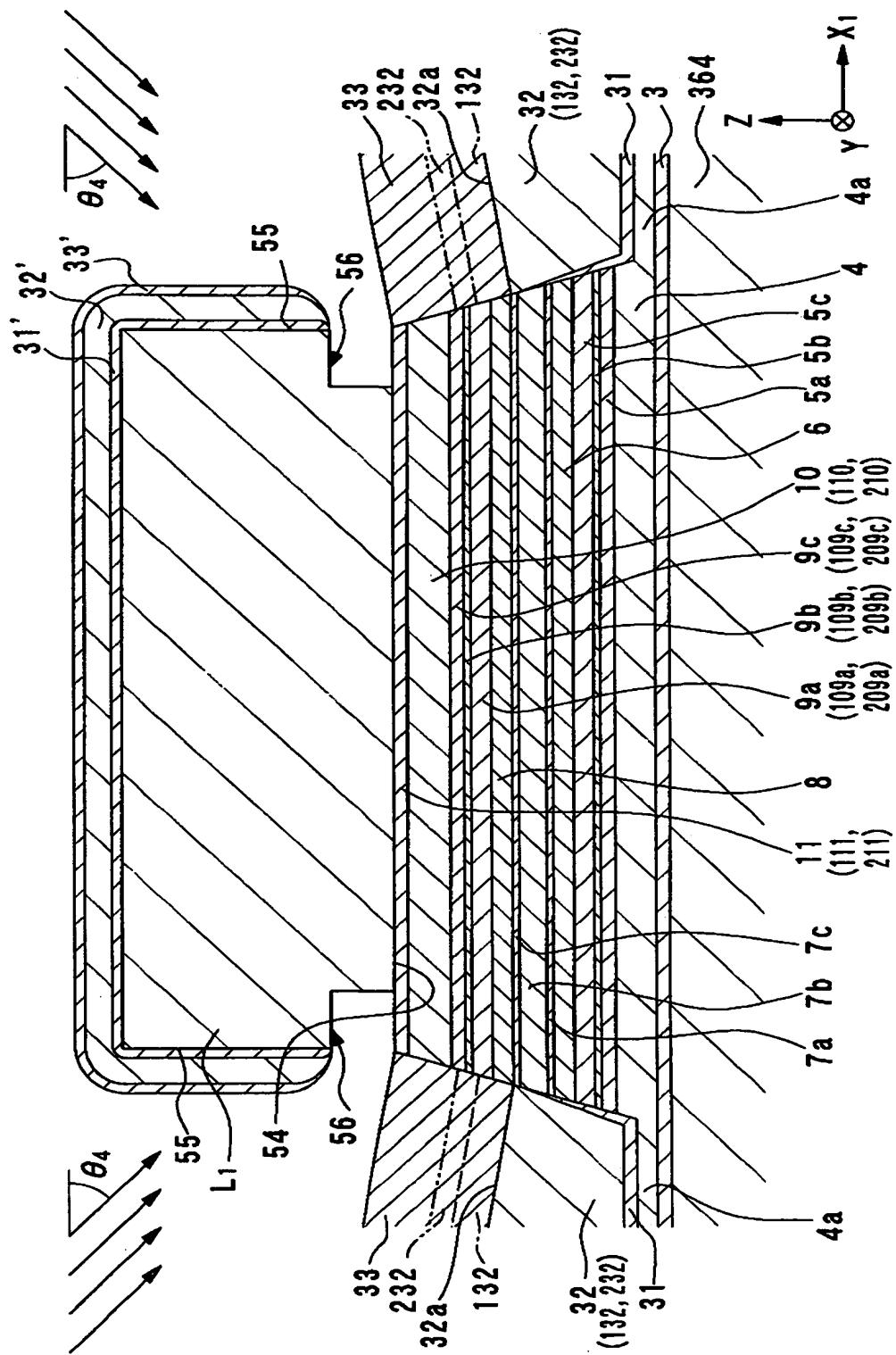
【図12】



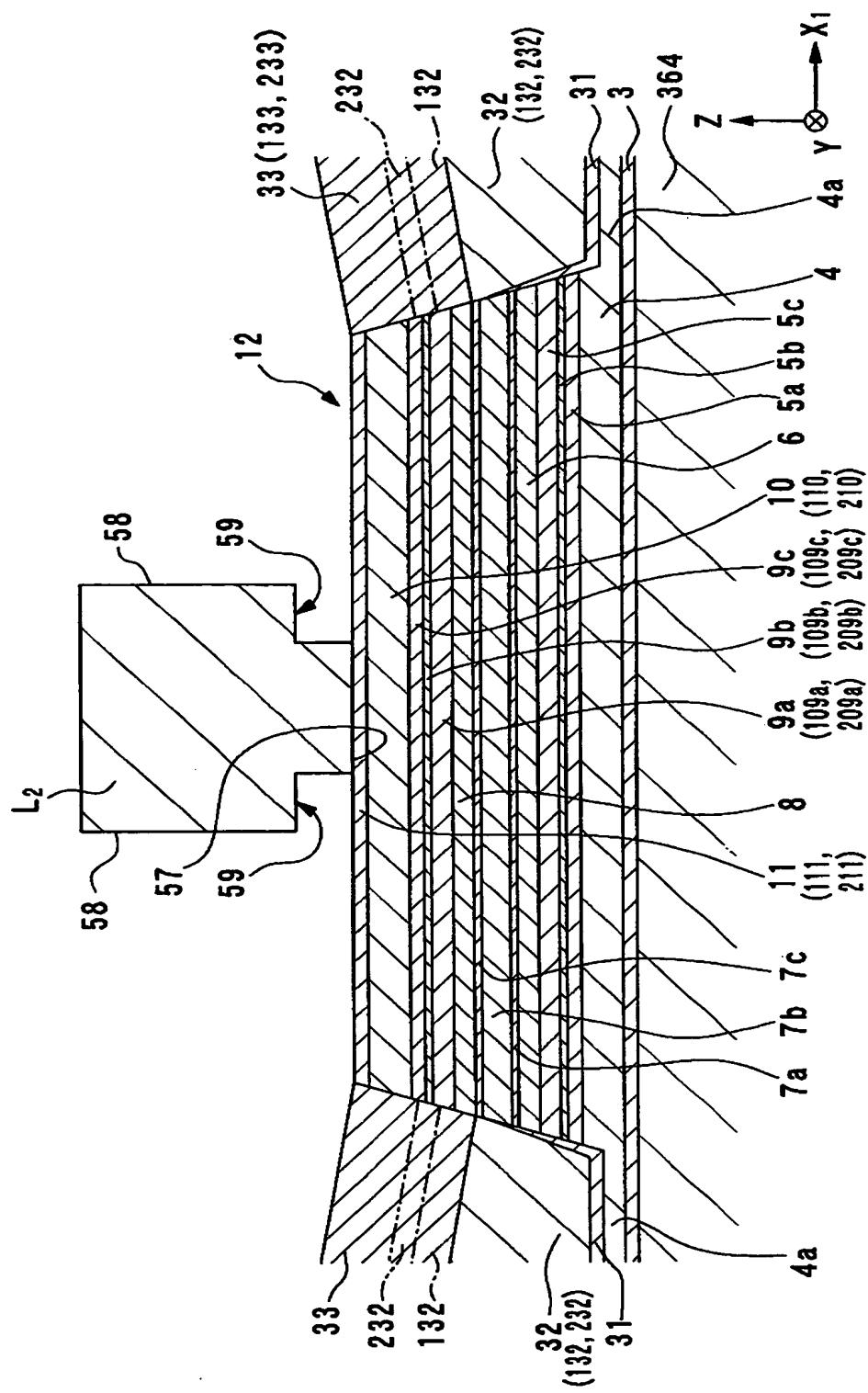
【図13】



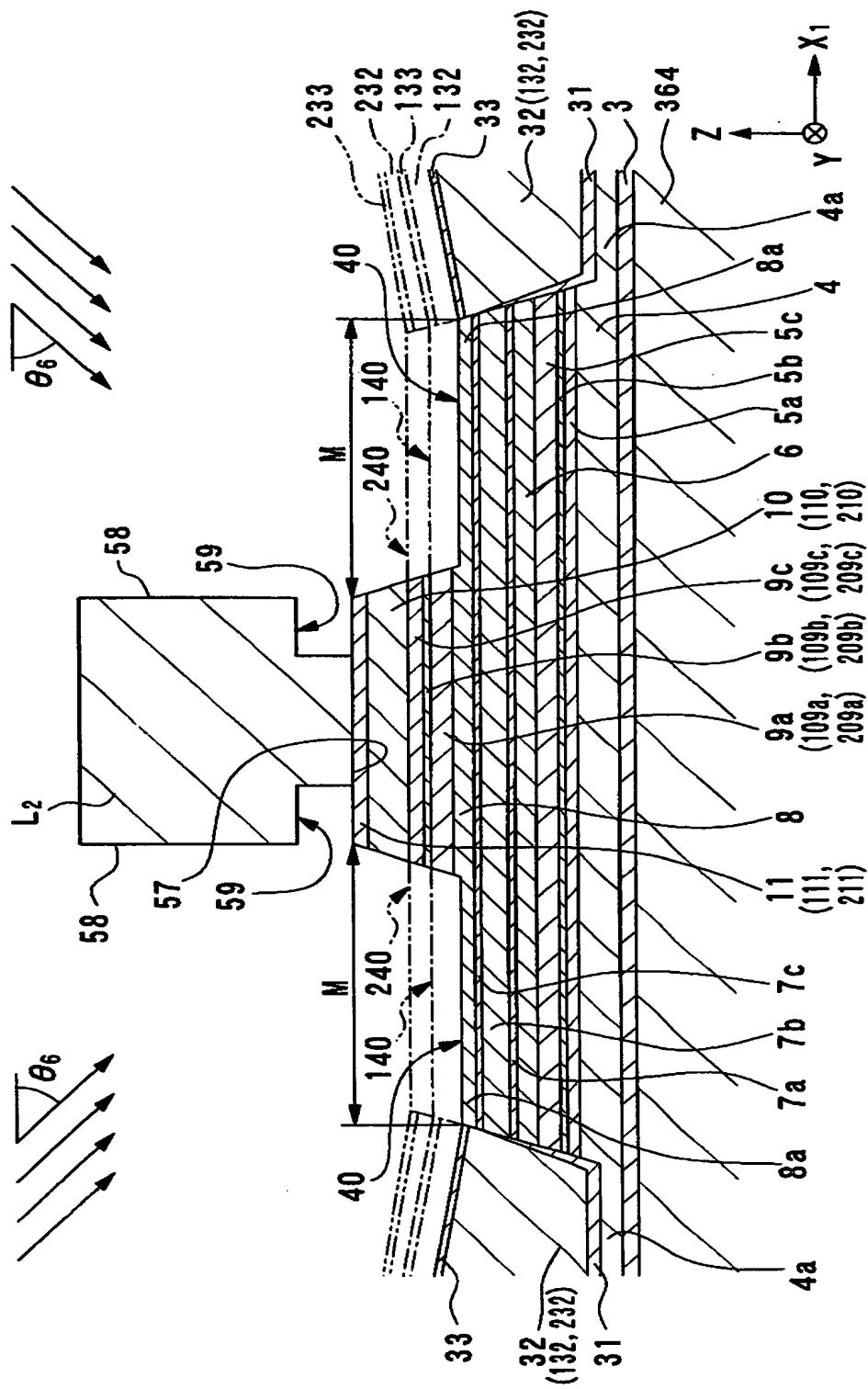
【図14】



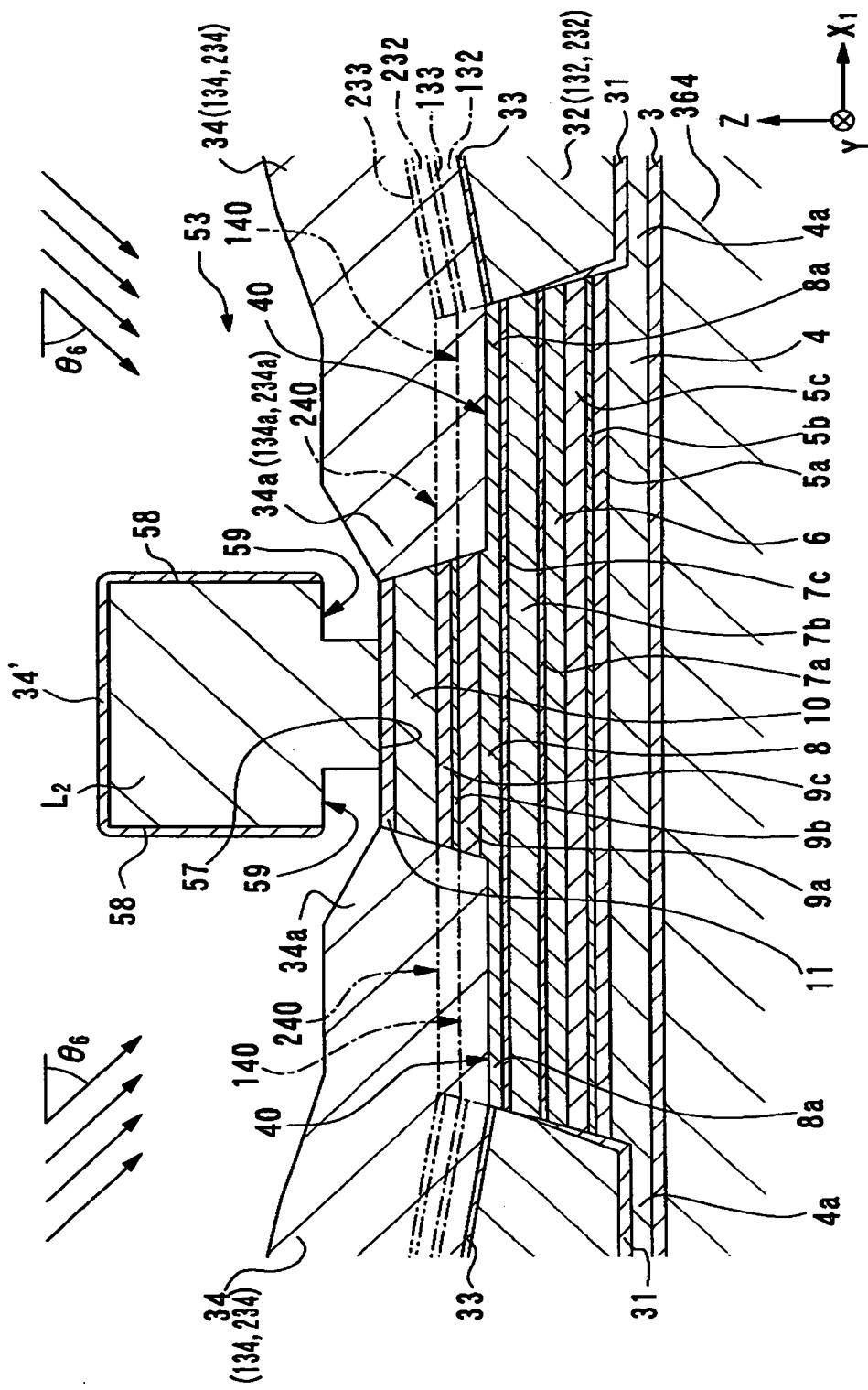
【図15】



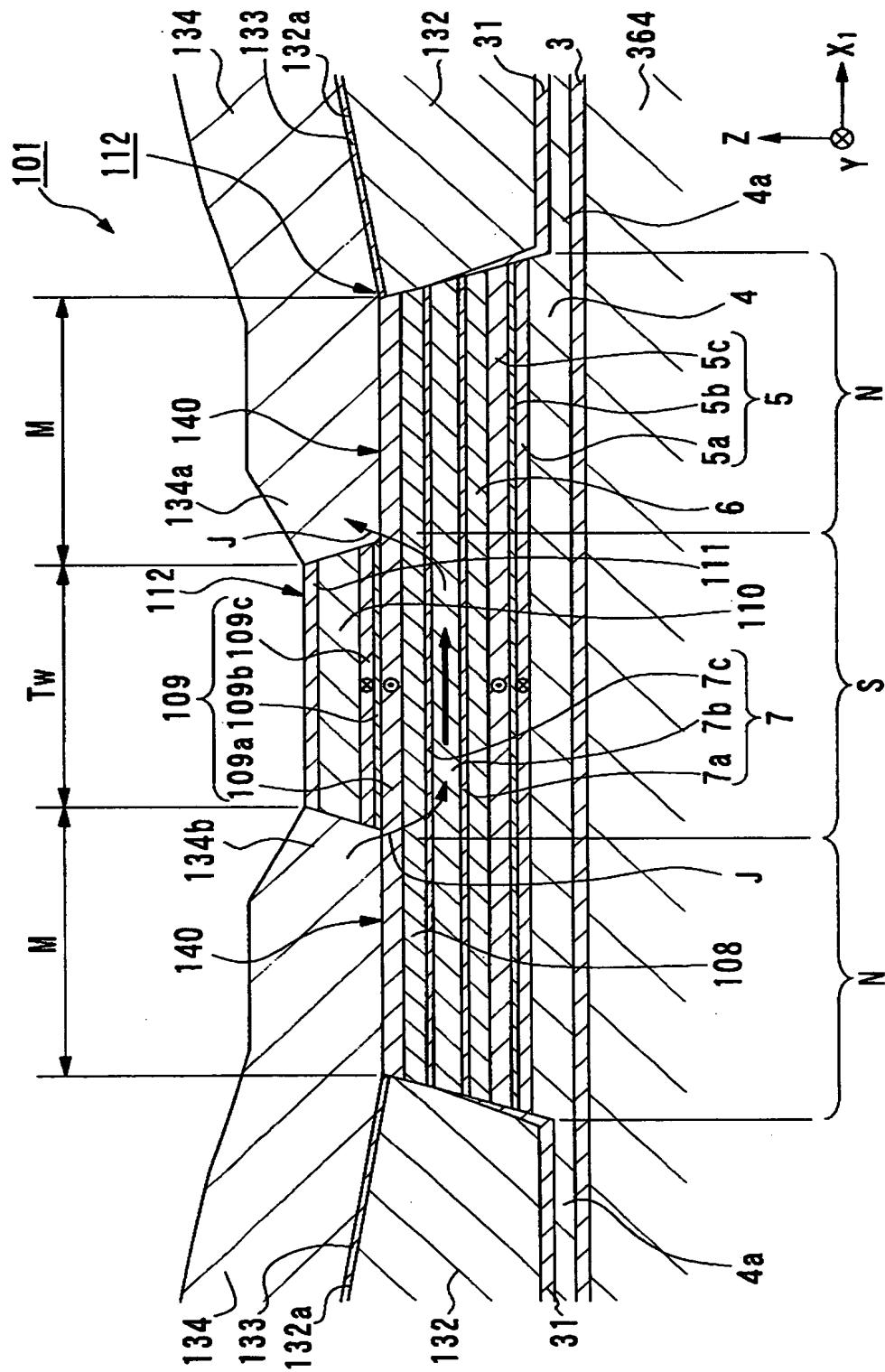
【図16】



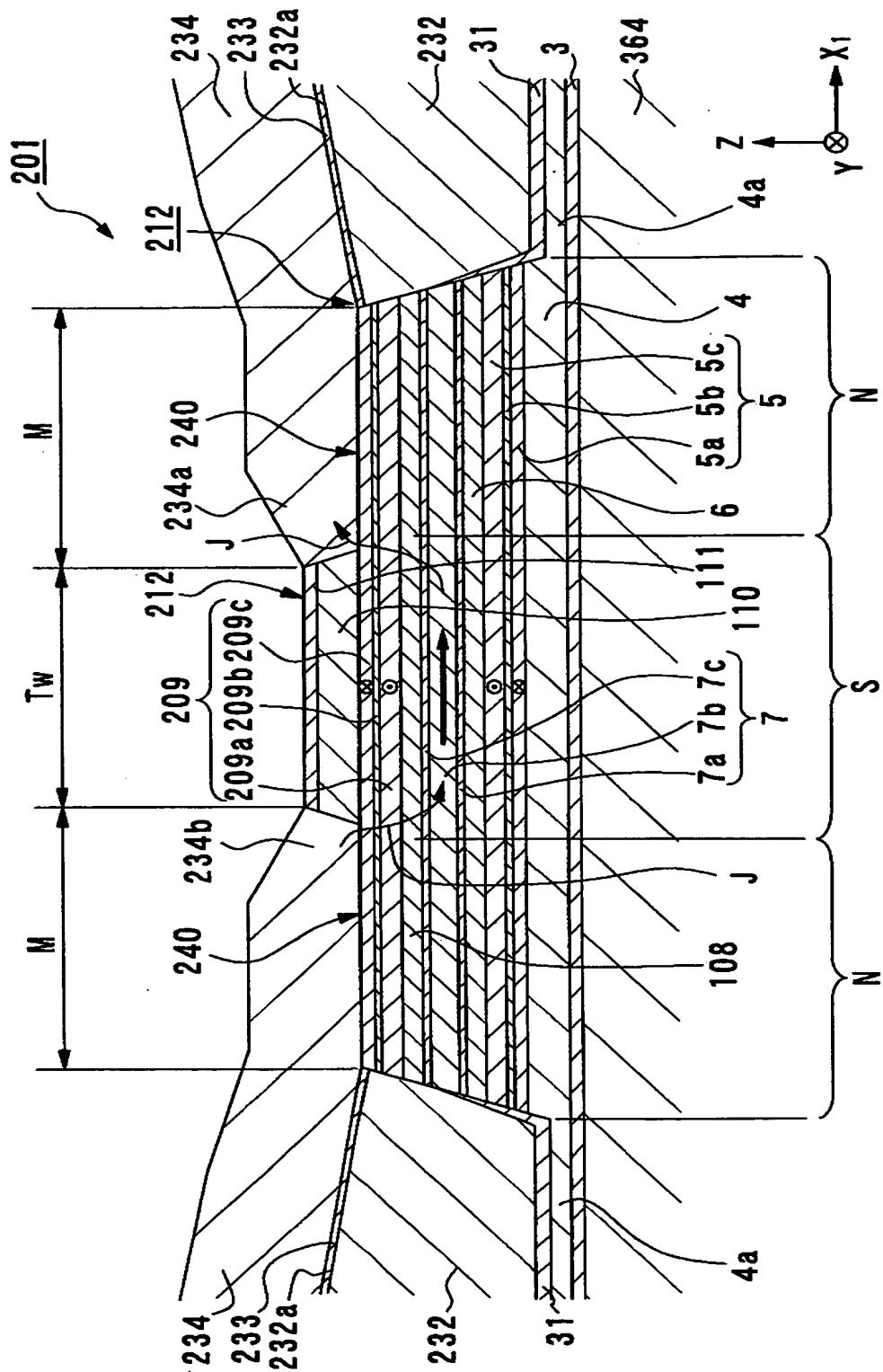
【図17】



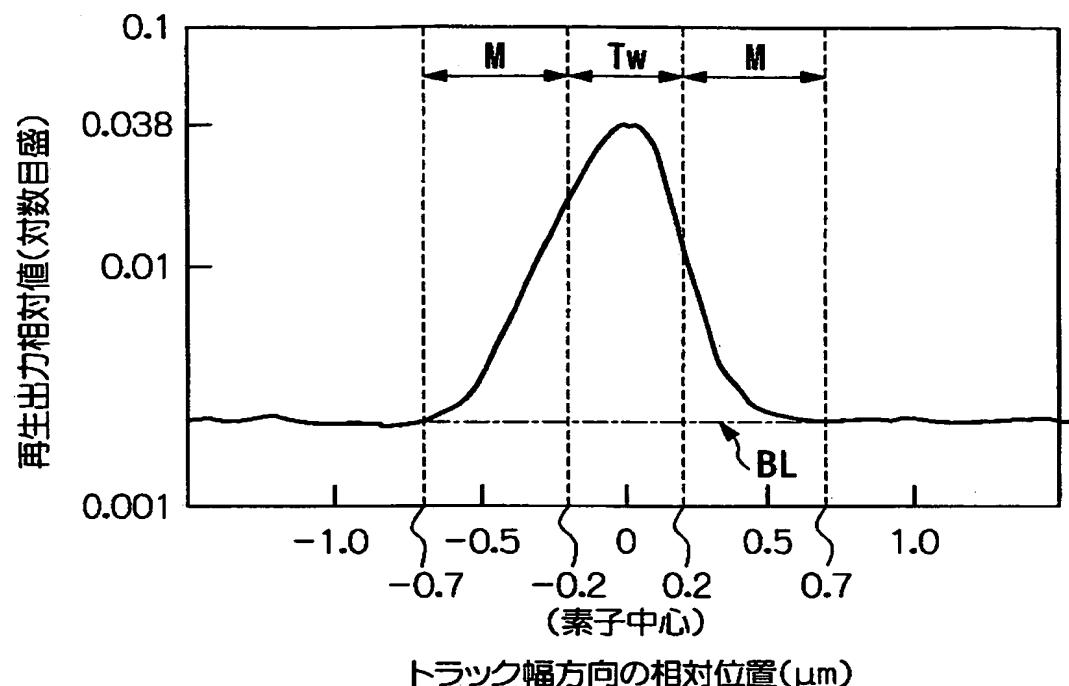
【図18】



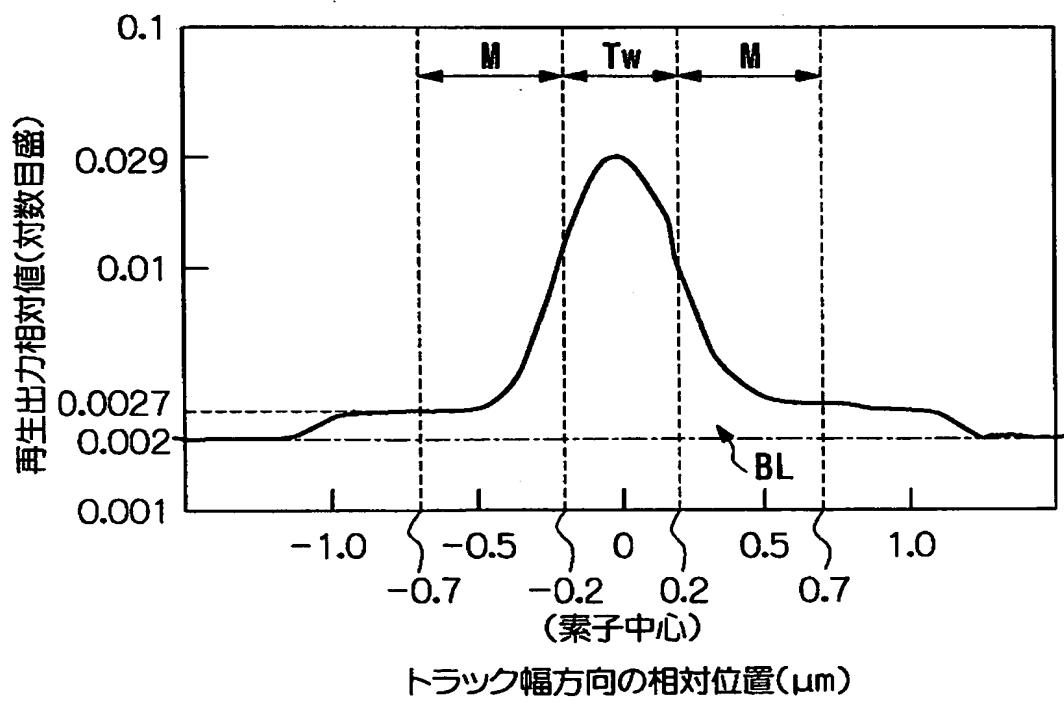
〔図19〕



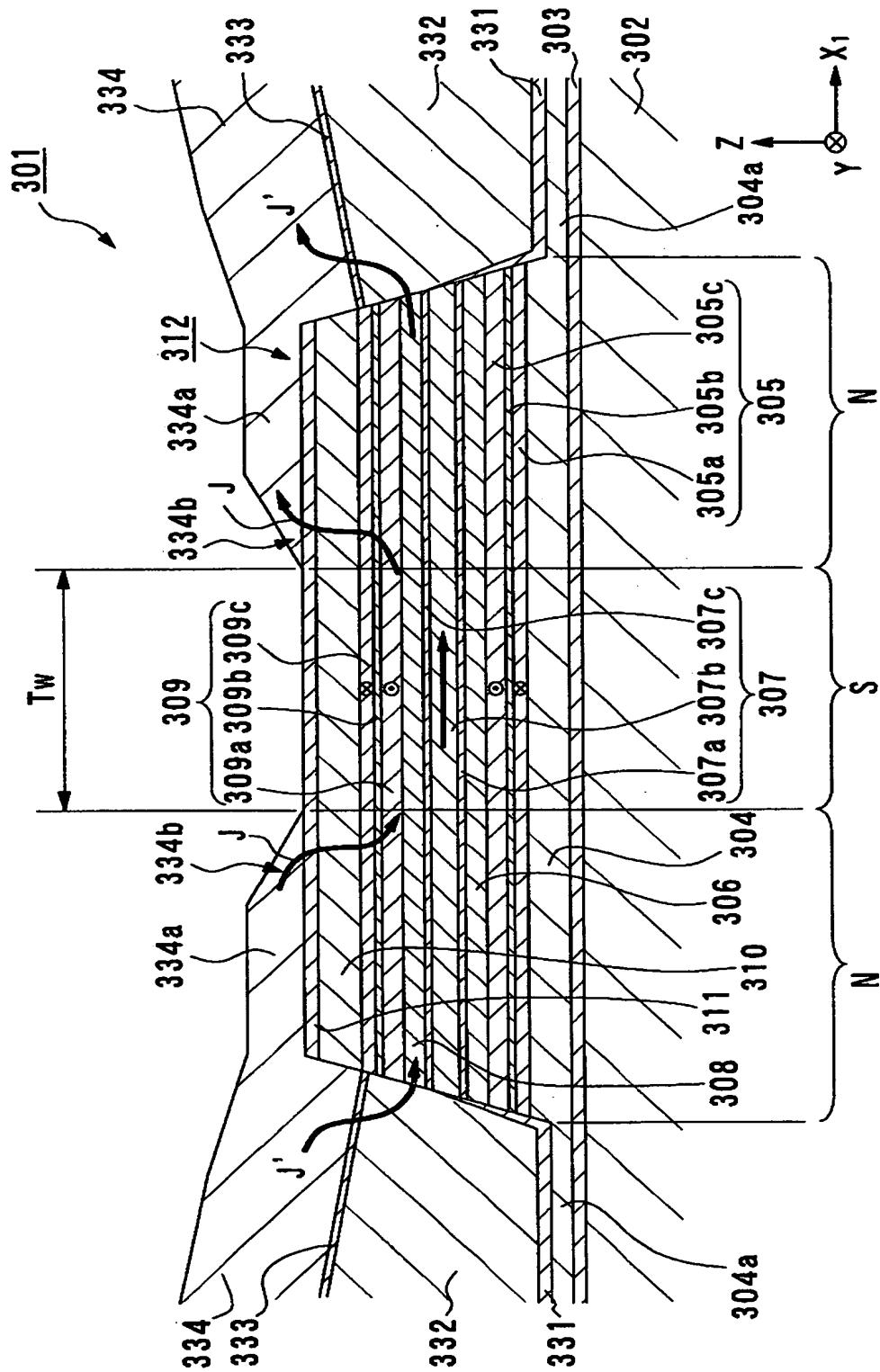
【図20】



【図21】



【図22】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 出力特性が良好であり、サイドリーディング発生の防止が可能であるスピンバルブ型薄膜磁気素子及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 フリー磁性層7の厚さ方向両側に、非磁性導電層6、8と固定磁性層5、9と反強磁性層4、10とが積層されてなる積層体12が基板364上に形成されるとともに、積層体12のトラック幅方向両側に、バイアス層32、32とリード層34、34とを備えてなり、少なくとも基板364から離れた側の反強磁性層10のトラック幅方向の幅がフリー磁性層7よりも狭幅とされ、この狭幅な反強磁性層10のトラック幅方向両側が積層体12のリード接続部40、40とされ、リード層34、34が、積層体12のトラック幅方向両側から積層体12の中央に向けて延出し、リード接続部40、40にて積層体12に接続されることを特徴とするスピンバルブ型薄膜磁気素子1を採用する。

【選択図】 図1

## 認定・付加情報

特許出願の番号 特願2000-261945  
 受付番号 50001105805  
 書類名 特許願  
 担当官 第八担当上席 0097  
 作成日 平成12年 8月31日

## &lt;認定情報・付加情報&gt;

## 【特許出願人】

【識別番号】 000010098  
 【住所又は居所】 東京都大田区雪谷大塚町1番7号  
 【氏名又は名称】 アルプス電気株式会社  
 【代理人】 申請人  
 【識別番号】 100064908  
 【住所又は居所】 東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビル  
 【氏名又は名称】 志賀国際特許事務所  
 志賀 正武

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100108578  
 【住所又は居所】 東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビル  
 【氏名又は名称】 志賀国際特許事務所  
 高橋 詔男

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100089037  
 【住所又は居所】 東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビル  
 【氏名又は名称】 志賀国際特許事務所  
 渡邊 隆

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100101465  
 【住所又は居所】 東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビル  
 【氏名又は名称】 志賀国際特許事務所  
 青山 正和

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100094400  
 【住所又は居所】 東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビル  
 【氏名又は名称】 志賀国際特許事務所

次頁有

認定・付加情報（続き）

【氏名又は名称】 鈴木 三義  
【選任した代理人】  
【識別番号】 100107836  
【住所又は居所】 東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビル 志賀国際特許事務所  
【氏名又は名称】 西 和哉  
【選任した代理人】  
【識別番号】 100108453  
【住所又は居所】 東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビル 志賀国際特許事務所  
【氏名又は名称】 村山 靖彦

次頁無

出願人履歴情報

識別番号 [000010098]

1. 変更年月日 1990年 8月27日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都大田区雪谷大塚町1番7号

氏 名 アルプス電気株式会社